FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME II. — JUILLET 1892

(SEIZIÈME ANNÉE ; TOME XXXII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

SOCIÉTÉ ANONYME (Ancienne Maison Goemaere)

16, RUE TREURENBERG, 16

1892

21-85396 ug3

L'ORIGINE DE LA HOUILLE

De toutes les sciences qui ont la nature pour objet, aucune n'a fait, dans ces dernières années, de progrès comparables à ceux de la géologie. Par une heureuse rencontre, en même temps que l'ouverture de grandes voies de communication permettait d'étendre au globe presque tout entier des observations trop longtemps limitées à une petite partie de l'Europe et de l'Amérique, la découverte de nouveaux procédés d'investigation, microscope polarisant, réactions microchimiques, méthodes de sondages et de dragages sous-marins, rendait abordables des problèmes jusqu'alors réputés insolubles. Il est résulté de là une telle moisson de faits précis, que la face de plusieurs questions capitales s'est trouvée entièrement renouvelée. La science géologique ne s'est pas seulement enrichie d'une façon extraordinaire ; son édifice théorique a dû se prêter à d'importants remaniements. Il a fallu abandonner des opinions longtemps acceptées, élargir des vues trop étroites, briser certains cadres notoirement insuffisants. L'ère de ces sacrifices dure encore, et il en est qui ne sont pas consentis sans résistance. De ce nombre est la transformation devenue nécessaire dans la manière de concevoir l'origine du charbon de terre. On

croyait la question résolue sans appel. Deux ingénieurs français sont venus, MM. Grand'Eury et Fayol, qui n'ont pas craint de secouer le joug de l'ancienne doctrine. Une nouvelle théorie s'est élevée, fondée à la fois sur l'expérimentation directe, sur l'examen microscopique de la houille, et sur l'observation de celui de tous les gisements qui se prête le mieux à une étude continue. Après quelques débats, l'opinion des géologues, en France, a fini par être presque unanimement ralliée, et la réunion de la Société géologique de France à Commentry, au cours de l'année 1888, a sanctionné publiquement l'accord intervenu. Mais l'étranger résiste encore. A peine si l'on mentionne la nouvelle doctrine, et plus d'un ouvrage didactique capital, assez récent pour ne l'avoir pas ignorée, affecte de conserver inébranlable sa foi dans l'ancienne théorie. Tout au plus accordera-t-on que celle qui prétend la supplanter a sa raison d'être dans certains cas exceptionnels; mais on lui refuse toute application à la majorité des gisements, notamment à ceux qui composent la grande bande houillère à laquelle appartiennent les bassins de l'Angleterre, de la Flandre, de la Belgique, de la Westphalie, de la Silésie et du sud de la Russie.

Pour nous qui, dès 1885, dans la seconde édition de notre *Traité de Géologie*, avions délibérément adopté l'ensemble des vues de M. Fayol, et qui n'avons pas enregistré sans plaisir les nombreuses et importantes adhésions que ces vues ont reçues depuis lors dans notre pays, le moment nous paraît venu de tenter un nouvel effort. Profitant de l'occasion qui nous est offerte par la Société scientifique de Bruxelles (1), nous entreprendrons d'abord de montrer comment on peut aujourd'hui concevoir, dans tous ses détails, le mode de formation de la

(1) Ce travail est le développement d'une conférence faite à Bruxelles, devant la Société scientifique, le mardi 26 avril 1892.

houille; ensuite nous chercherons à prouver que, loin d'être rebelles à cette théorie, les bassins du nord, en particulier ceux de la Belgique, la réclament encore plus impérieusement, peut-être, que les gisements lacustres par l'étude desquels elle a été primitivement établie.

Tout le monde sait que la houille est un minéral combustible, qui forme de véritables couches, la plupart du temps très régulières, se poursuivant, sur de grandes surfaces, avec la même épaisseur, ordinairement comprise entre quelques centimètres et un mètre ou $1^{m}20$. Dans les grands gisements du nord, les couches de houille sont intercalées, en parfaite concordance, au milieu d'un ensemble d'assises de grès fins et surtout de schistes, où personne n'a jamais hésité à voir des sédiments déposés au sein d'une eau tranquille.

Rien que cette concordance semblerait devoir faire naître *à priori* l'idée que la houille est un *sédiment,* au même titre que les terrains qui la contiennent. Il est vrai que sa nature végétale ne peut être mise en doute, non seulement parce que la houille est combustible, mais parce que les schistes qui l'accompagnent fourmillent d'empreintes de fougères et autres plantes parfaitement conservées. Dès 1718, cette vérité a été proclamée par Antoine de Jussieu; et depuis lors elle n'a plus trouvé de contradicteurs sérieux (1). Mais cette origine végétale n'a rien d'inconciliable avec l'idée d'un transport suivi de dépôt. A ce titre, le charbon de terre serait une *alluvion végétale,* tout comme les schistes et les grès encaissants sont des *alluvions minérales;* la transition de l'un à l'autre de ces types se ferait par les *schistes bitumineux*, si abondants au sein du terrain houiller, et dans lesquels se trouverait réalisé le mélange confus des deux genres d'alluvions.

(1) Voir l'exposé des idées des anciens observateurs dans l'article que M. le Mis de Saporta a consacré à la formation de la houille *(Revue des Deux-Mondes,* 54e volume, 1882, p. 656).

Cette idée simple a été effectivement celle des premiers observateurs; Antoine de Jussieu et Buffon l'ont professée; et il est curieux qu'après l'avoir abandonnée, la science y revienne aujourd'hui, par un de ces longs circuits comme en enregistre si souvent l'histoire du développement de nos connaissances. Mais pourquoi l'idée n'a-t-elle pas définitivement triomphé dès le début? C'est d'abord parce que l'équivalent actuel du mode de formation par flottage ne pouvait guère être cherché que dans les trains de bois que charrient, dans leurs crues, les grands fleuves des pays vierges. Or l'absence, dans la houille, de toute espèce de troncs reconnaissables, et la grande régularité des couches, jointe à leur épaisseur parfois si faible, semblaient exclure toute analogie avec un mode de dépôt qui comporte nécessairement l'irrégularité et la confusion. C'est aussi, sans doute, parce que l'Angleterre, à qui revenait de droit, en raison de l'importance de ses gisements houillers, le privilège de recueillir, avant toute autre nation, les éléments d'une théorie sur l'origine de la houille, subissait dans la personne du chef incontesté de son école géologique, l'illustre sir Charles Lyell, ce que nous appellerons la *fascination des causes actuelles*. Accoutumés au spectacle des immenses tourbières de l'Irlande et de l'Écosse, les savants britanniques devaient céder d'autant plus facilement à la tentation d'en retrouver l'équivalent dans les gisements de combustible minéral, que pour expliquer l'accumulation des couches successives ainsi que les transformations survenues dans la nature du produit, le *temps*, cette panacée universelle de l'école, intervenait nécessairement comme un facteur de première importance.

Ainsi a pris naissance l'ancienne théorie, celle qui jusqu'à ces dernières années a régné sans partage dans la science; celle qu'enseignent encore, à bien peu d'exceptions près, les manuels didactiques qui font autorité en Angleterre, en Allemagne et en Amérique.

On sait que la tourbe est engendrée par une végétation aquatique d'un caractère spécial, qui s'installe sur les terrains plats arrosés par une eau limpide et sans vitesse, quand l'atmosphère est humide et que la température moyenne annuelle ne s'élève pas au-dessus de 8 degrés centigrades. Dans ces conditions, les végétaux, surtout les mousses, se développent avec une grande vigueur. A mesure que leur tête croît, le pied meurt; mais l'eau qui le baigne empêche les éléments de se disperser dans l'air; la matière végétale, perdant une partie de son hydrogène et de son oxygène, s'enrichit en carbone et devient de la tourbe, fibreuse en haut, déjà compacte dans les parties inférieures. Plusieurs mètres de tourbe peuvent ainsi s'accumuler sur un même point, et la formation ne s'arrête que quand, à force de s'élever, la végétation dépasse sensiblement le niveau que l'eau peut conserver. De cette manière se constitue une couche parfaitement régulière de combustible minéral, n'ayant d'autres limites que celles du marécage qu'elle a servi à combler.

Il est vrai qu'une fois ce comblement opéré, la tourbe cesse de pouvoir s'accroître; mais alors intervient une autre notion, celle des lentes oscillations de l'écorce solide. Jusqu'à ces derniers temps, on admettait comme chose démontrée que certains rivages s'affaissaient d'une manière continue, tandis que d'autres étaient soumis à un processus d'émersion. La mobilité de l'écorce étant ainsi passée en règle, il était naturel d'imaginer qu'un ancien marécage, comblé par de la tourbe, vînt à s'enfoncer au-dessous du niveau général des eaux stagnantes, surtout au voisinage de la mer, où il se transformait en une lagune, facilement visitée par les eaux salées; mais les cours d'eau affluents y amenaient des alluvions, sableuses ou argileuses, qui peu à peu remplissaient la dépression, jusqu'à la hauteur où la végétation aquatique pouvait de nouveau s'installer. Alors commençait la formation d'une

nouvelle couche de combustible, et il suffisait que cette succession de phénomènes se produisît quelques centaines de fois, pour rendre compte des apparences que met en lumière la coupe des grands bassins houillers.

D'ailleurs il était difficile qu'une pareille série de mouvements respectât toujours l'horizontalité des assises déjà formées ; l'épaisseur des sédiments intercalés entre deux couches de houille pouvait donc varier suivant les points observés. Même il n'était pas impossible qu'une partie seulement du sol couvert par la végétation vînt à s'affaisser par un mouvement de charnière, le reste demeurant en place et sans brisure ; auquel cas, une fois le niveau primitif rétabli par les nouveaux sédiments, la formation d'une nouvelle couche végétale devait reprendre sur toute la surface à la fois. Ainsi croyait-on pouvoir expliquer simplement le cas, assez fréquent dans la pratique, du dédoublement d'une couche de houille, par suite de l'intercalation d'un coin schisteux dont l'épaisseur augmente progressivement à partir de la séparation du charbon de terre en deux veines.

Tout cela, bien entendu, s'était passé avec une grande lenteur, et avait dû exiger des intervalles de temps incalculables. D'abord une couche de tourbe de quelques décimètres, qui elle-même représente plusieurs siècles de végétation, ne donne, une fois comprimée, que l'équivalent d'un petit nombre de centimètres de houille compacte. Par suite, une succession d'une centaine de couches, formant par la réunion de leurs épaisseurs de 40 à 50 mètres de charbon de terre (comme c'est chose fréquente dans les grands bassins du nord), exigerait, rien que pour le développement de la végétation correspondante, des *centaines de mille années*. A cela il faut ajouter le temps nécessaire au dépôt des mille ou deux mille mètres de couches encaissantes, dépôt toujours très lent, à en juger par ce qui ce passe de nos jours, soit qu'on envisage l'accumulation des sédiments détritiques sur le fond des

mers ou des lacs, soit qu'on ait en vue la longue durée des mouvements d'affaissement qui ont dû provoquer les reprises du phénomène.

Enfin, dans cette théorie, le temps intervenait encore d'une autre manière, pour justifier la transformation progressive des végétaux en charbon minéral. L'enrichissement en carbone, conséquence du départ de quelques-uns des éléments volatils, ne semblait explicable que par un métamorphisme général, dans lequel la chaleur interne du globe avait dû jouer un rôle, mais qui certainement s'était poursuivi avec une extrême lenteur. N'en trouvait-on pas la preuve immédiate dans les grands dépôts de lignite, que la nature s'est plu à accumuler sur l'Allemagne du nord, à peu de distance de ces immenses tourbières du Hanovre, qui en seraient la descendance directe ? Là aussi, de nombreuses couches de tourbe s'étaient constituées vers le milieu de l'époque tertiaire ; mais, enfouies depuis longtemps, elles avaient subi une transformation plus avancée. La tourbe avait fait place au lignite, combustible plus riche et plus compact, sorte d'intermédiaire entre le premier produit et le charbon de terre. On pouvait entrevoir qu'un plus long ensevelissement en eût fait de la houille, en attendant que celle-ci, perdant ses dernières substances volatiles, arrivât au dernier terme de son métamorphisme, c'est-à-dire à l'anthracite.

Ainsi tout s'enchaînait dans cette doctrine, qui se contentait de faire appel aux enseignements du présent, comme aussi aux analogies d'un passé encore assez récent. Toute idée de cataclysmes, de convulsions violentes, de causes exceptionnelles, en était écartée. Par cela seul elle se recommandait suffisamment aux esprits qui avaient résolu de bannir des conceptions géologiques tout ce qui ressemblait aux rêves de l'imagination. Assurément on n'allait pas jusqu'à prétendre que l'identité fût complète entre le phénomène de la tourbe et celui de la houille. Le caractère essentiellement tropical de la végétation houillère

se fût mal accommodé d'une identification avec les circonstances des tourbières, dont le développement est strictement limité aux régions de la zone tempérée froide. Mais, sous une autre forme, par exemple sous celle des cyprières de la Louisiane, le comblement de marécages par la végétation avait pu s'opérer dans les pays chauds et humides. Ce qui dominait tout, c'était l'idée que la végétation avait dû se développer *à la place même* où l'on en observait les restes minéralisés. De fait, on rencontrait à chaque instant, dans le terrain houiller, des troncs d'arbres demeurés debout. Depuis longtemps les dessins de Brongniart avaient rendu célèbres les troncs de *Calamites* conservés, perpendiculairement à la stratification, dans le grès houiller de la carrière du Treuil, à Saint-Étienne. Souvent, au cours de l'exploitation, les mineurs avaient à se garer d'un accident fort dangereux, à savoir la chute d'un cylindre de grès qui, se détachant du toit de la houille, s'abattait d'un seul coup sur la tête des ouvriers. On s'assurait alors que ce cylindre n'était que le remplissage interne d'une tige creuse dont l'écorce, transformée en un tube de charbon, traversait plusieurs couches superposées au lit de houille. Il était donc bien naturel de penser qu'on se trouvait en présence de l'un des anciens arbres de la forêt houillère qui, après l'affaissement de la couche de débris végétaux, avait su conserver sa verticalité pendant le dépôt des grès ou des schistes par lesquels la dépression s'était comblée.

A vrai dire, il restait bien quelque chose de fort étrange dans cette conception, vu la lenteur qui, selon la théorie, avait dû présider au dépôt des sédiments. Comment cette tige, assez peu consistante pour que toute sa partie interne fût facilement enlevée et remplacée par un moule de sable ou de vase, s'était-elle conservée, sans s'altérer ni sans fléchir, pendant le temps nécessaire à la formation des couches encaissantes ? Pourquoi n'y observait-on ni branches ni racines, et comment se trouvait-elle coupée

net par le toit de la couche de houille, sans pénétrer jamais dans cette dernière ? Voilà, certes, des objections qui eussent mérité d'être prises en considération ; mais on n'avait même pas l'idée de s'y arrêter. Les manuels géologiques représentaient complaisamment, à titre de plan d'une forêt houillère, le dessin d'une grande plaque de grès de la Nouvelle-Écosse, lardée de sections de tiges. Enfin, si quelqu'un avait encore émis des doutes, on lui eût victorieusement opposé, comme un argument sans réplique, la présence fréquente, à la base des couches de houille du nord, *et seulement à cette place*, des appareils radiculaires connus sous le nom de *Stigmaria*, considérés alors comme les racines des Sigillaires, c'est-à-dire des grands arbres de l'époque. N'ajoutait-on pas que toujours, au contact de la houille, l'argile sous-jacente *(underclay)* était devenue réfractaire *(fire-clay)*, et que ce changement était dû sans conteste à l'action des radicelles, qui étaient venues chercher dans leur substratum l'élément ferrugineux par lequel l'argile eût été rendue fusible ?

Tels sont les traits généraux de cette théorie, assurément simple et séduisante, qui depuis tant d'années a paru suffire aux besoins de la science, au point que quelques-uns persistent encore à la croire inattaquable. Le crédit dont elle a joui s'explique sans peine ; car elle n'avait pas été conçue de toutes pièces, et, en apparence au moins, elle tenait compte de toutes les particularités révélées par l'expérience, se contentant, pour les expliquer, de faire appel aux plus simples parmi les phénomènes qu'enregistre l'observation contemporaine.

Pourtant la doctrine méritait un double reproche. D'une part elle ne tirait absolument aucun argument de la nature même du charbon minéral, qui semblait demeurer en dehors de tout examen ; comme si l'uniformité habituelle de composition des tissus végétaux eût rendu cette recherche indifférente. D'autre part, les circonstances topographiques de chaque gisement particulier n'étaient

pas prises en suffisante considération. En un mot, la nature n'y était pas serrée d'assez près.

A l'égard du premier de ces reproches, il convient de reconnaître qu'à l'époque où la théorie a été formulée, on était vraiment excusable de n'avoir su tirer aucune lumière de l'examen direct d'une matière aussi rebelle à l'observation.

En effet la houille, surtout celle qui s'est formée dans les grands bassins maritimes, est une substance d'aspect franchement minéral, à cassure tantôt lamellaire, tantôt conchoïdale, et où ni l'œil nu, ni la loupe ne parviennent, en général, à déceler le moindre signe d'organisation. Même sous le microscope, en lames minces, elle ne laisse voir qu'une matière amorphe, où de rares indices de structure celluleuse sont à peine discernables.

Cette absence d'organisation visible contraste d'une manière si frappante avec la parfaite conservation des empreintes de fougères, abondantes au milieu des schistes auxquels la houille est subordonnée, qu'elle a conduit autrefois quelques savants à penser qu'il n'y avait rien de commun entre la formation des couches de combustible et le développement de la végétation terrestre attesté par les empreintes des schistes encaissants. Pour eux, la houille avait dû se former dans la mer, par des accumulations d'organismes marins inférieurs, surtout d'algues (1). Ces algues auraient vécu à la façon des sargasses, qui de nos jours forment, comme on sait, des paquets flottants, réunis en grandes masses dans la partie de l'Atlantique où se fait le remous des courants, et leurs débris, amoncelés sur le fond, auraient engendré le charbon de terre. Mais une telle hypothèse est insoutenable, en raison de l'absence complète de fossiles marins dans les couches de houille ; et d'ailleurs les récentes explorations sous-marines ont prouvé qu'au-dessous de la mer des Sargasses, il ne se faisait aucun amoncellement de végétaux.

(1) Voir la discussion de cette idée dans Neumayr, *Erdgeschichte*, II, p. 171.

Évidemment, toute spéculation sur l'origine de la houille manque de base, si elle n'est pas avant tout fondée sur la structure intime du combustible minéral. C'est donc cette structure qu'il faut déchiffrer à tout prix, en la débarrassant du voile où l'enveloppe la matière amorphe qui l'étreint. Pour cela, il faut faire appel à la chimie. Elle nous apprendra d'abord que la matière en question n'est pas du bitume, car si la distillation du charbon de terre en engendre une quantité parfois considérable, on peut s'assurer que cette quantité ne préexistait pas. Il suffit pour cela de traiter le charbon de terre pulvérisé par les dissolvants habituels des hydrocarbures; on s'assurera sans peine que ces dissolvants sont sans action. Poursuivant cet examen chimique, on sera amené à reconnaître que la substance amorphe est de nature humique ou ulmique, et que si elle est insoluble sous son état actuel, on peut du moins la dissoudre à l'aide d'un mélange de chlorate de potasse et d'acide azotique concentré. L'opération demande à être conduite avec des précautions particulières, à cause de la production possible de corps explosibles; mais entre des mains expérimentées, elle aboutit sans danger au départ des parties amorphes, qui s'en vont sous forme de liqueur brune; et en traitant le résidu par l'alcool ou l'ammoniaque, on rend visibles, sous le microscope, une foule de débris végétaux dont chacun laisse parfaitement reconnaître la structure des tissus d'où il dérive. Mais la proportion relativement restreinte de ces éléments, leur état déchiqueté, et leur dissémination au milieu d'une sorte de gangue amorphe, indiquent qu'avant leur enfouissement dans les sables et les grès, ces débris ont été soumis à de fréquents et énergiques frottements (1). D'ailleurs, tous appartiennent à des plantes terrestres, fougères, calamites, calamodendrées, sigillaires, cordaïtes, etc. Ce

(1) B. Renault, *Flore fossile de Commentry*.

sont donc des détritus végétaux qui, incontestablement, ont subi un transport, après la chute et la division en fragments des plantes qui leur avaient donné naissance.

Si, dans la plupart des gisements, cette importante constatation exige l'emploi successif des réactifs chimiques et du microscope, il est des cas où cette double manipulation peut être évitée. Dans les bassins houillers du centre de la France, où la houille est beaucoup moins compacte et moins homogène que dans le nord, on y remarque souvent, sur les cassures transversales à la stratification, des zones lenticulaires brillantes, d'un noir de jais, plus pures que le reste de la houille à teinte mate qui les entoure. Dès 1883, M. Fayol (1), que cette apparence avait frappé, et qui s'était appliqué à réunir, sur les ateliers de triage, le plus possible d'échantillons de ce genre, établissait qu'il s'agissait clairement de tiges aplaties. Les unes montraient une suite de fines cloisons, appartenant à la partie médullaire centrale d'une calamodendrée. Sur les autres, une foule de cellules révélaient la moelle d'un tronc de fougère arborescente. Ainsi se confirmait l'assertion émise en 1876 par M. Grand'Eury (2), que la houille du bassin de la Loire était formée de résidus végétaux *posés à plat*, et se recouvrant mutuellement, comme s'ils s'étaient amassés sur un plan horizontal, dans une situation assez uniforme pour trahir l'action d'un liquide en repos. M. Grand'Eury reconnaissait en même temps que les résidus étaient des fragments de troncs, d'écorces, de tiges et de rameaux, des lambeaux de feuilles, etc., et qu'une même couche pouvait, à ce point de vue, tantôt se montrer très homogène, tantôt offrir une variété considérable. Plusieurs des couches de Saint-Étienne sont ainsi exclusivement constituées par des écorces de cordaïtes, lesquelles, transformées en houille,

(1) *Bull. Soc. de l'industrie minérale. District du centre,* 15 juillet 1883.
(2) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences,* XXIV.

n'en gardent pas moins des épaisseurs capables d'atteindre 7 centimètres. A Decazeville, la grande couche est formée d'écorces de calamodendrées.

Ce qui est intéressant, c'est cette constatation, que M. Grand'Eury a été le premier à faire : à savoir que les écorces, feuilles et organes de toute nature, encore revêtus de leur forme, jouaient dans la houille le même rôle que les empreintes végétales au sein des schistes houillers. La matière ulmique, résultat d'une macération de détritus végétaux, forme en quelque sorte le *sédiment* au milieu duquel les restes reconnaissables ont été enfouis. Et la transition s'accomplit par ce que M. Grand'Eury a appelé le *fusain,* c'est-à-dire le charbon mat, tachant les doigts, et qui représente des portions de tiges, dont la structure anatomique a disparu, tandis que l'ordonnance relative des diverses régions caulinaires était conservée.

Quant au mode d'accumulation de ces détritus, il est facile à reconstituer. Nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici ce que disait M. de Saporta (1), en introduisant ses lecteurs « à l'ombre des forêts carbonifères, au pied des ondulations faiblement accusées où s'amoncelaient dans des mares dormantes ces immensités de résidus de toute provenance qu'engendrait une végétation toujours active, à la fois exubérante et promptement épuisée. Si de pareils amas s'observent de nos jours dans les pays chauds, au sein des forêts vierges, que devait-il en être dans ces époques premières où rien dans la structure des plantes n'était fait pour consolider les tiges par l'accroissement régulier du bois ! C'était de toutes parts des jets effrayants, des productions improvisées, des poussées subites élevant des colonnes vertes dont le rôle était aussi éphémère que la fermeté peu assurée. La plupart des tiges carbonifères, creuses ou gonflées de moelle à l'intérieur, succombaient par l'exagération même de leur croissance ;

(1) Article déjà cité de M. de Saporta, *Revue des Deux Mondes*, 1882, p. 684.

les fougères se couronnaient de frondes invraisemblables par leur dimension ; les tiges des sigillaires se dépouillaient rapidement de leurs feuilles, et tous ces débris s'accumulaient sans trêve dans une ombre étouffée, sur un sol détrempé. On conçoit l'énormité des produits ulmiques, la décomposition faisant de nouveaux progrès à la moindre averse, de manière à réduire en une pâte noirâtre la couche de résidus la plus inférieure... Rarement les tiges tombées demeuraient entières ; elles se gonflaient, s'ouvraient ; les parties molles et lacunaires se désagrégaient les premières, les parties denses et fibreuses se détachaient de la masse corticale; celle-ci, plus tenace, souvent lisse et ferme extérieurement, se déroulait et résistait plus que tout le reste. Des troncs de fougères il ne restait que l'étui périphérique ou les fibres intérieures désagrégées; des cordaïtes, des sigillaires, des lépidodendrées, rien que la région corticale. Les feuilles détachées formaient d'autres entassements, et tous ces monceaux obstruant certaines places au bas des déclivités, au débouché des vallées intérieures, attendaient l'arrivée et le passage des eaux pour abandonner à leur action d'innombrables matériaux parvenus à des degrés très inégaux de décomposition. »

Voilà donc bien expliquée la formation de ce que M. de Saporta a justement appelé « la purée végétale », qui a fourni la gangue amorphe au milieu de laquelle flottent les écorces et les feuilles. Mais cette purée n'est plus en place; elle porte, M. Grand'Eury l'a démontré, les indices manifestes d'une mise en suspension dans l'eau. Les débris qu'on y reconnaît proviennent du déchirement d'organes végétaux, et l'état de ces fragments atteste qu'avant leur enfouissement, ils ont été soumis à de fréquents et énergiques frottements (1). Par quel mécanisme s'est opéré ce transport? C'est ici qu'il devient nécessaire de nous séparer de M. Grand'Eury.

(1) Renault, *Flore fossile de Commentry.*

En effet, ce savant admet qu'à l'époque des grandes pluies, les eaux, ruisselant de toutes les pentes, finissaient par entraîner, jusqu'à une dépression lagunaire, les digues de détritus organiques qu'elles rencontraient sur leur passage, et avec lesquelles elles charriaient des tiges, des feuilles, de jeunes pousses, parfois des végétaux entiers. Mais, selon M. Grand'Eury, ces eaux étaient parfaitement limpides et pures de tout limon (1). Assez universelles pour balayer tous les points d'une région boisée, elles ruisselaient sur des pentes « assez égales pour ne pas donner lieu à des ravinements ». « La contrée, ajoute M. de Saporta, devait disparaître sous un lacis de plantes et de débris accumulés, assez épais pour livrer à leur action de nombreux matériaux de transport, sans aller jamais jusqu'à l'érosion du sol sous-jacent. »

D'autres fois, au contraire, les ruissellements se faisaient par des eaux bourbeuses, chargées de limon ou de sable, et tendant à combler les lagunes par des schistes et des grès. Ainsi se seraient produites les intercalations de couches de houille au milieu de sédiments d'une autre nature.

Nous l'avouons sans détour : cette conception nous paraît injustifiable pour quiconque connaît la manière d'être des eaux courantes. Qu'un grand fleuve, comme ceux de l'Afrique équatoriale, puisse parfois gonfler ses eaux en arrière d'un barrage formé par un amoncellement de végétaux flottés, jusqu'à ce que sa pression soit assez forte pour emporter l'obstacle et en disséminer les matériaux en aval, la chose est incontestable ; mais d'abord ce n'est pas au profit d'une lagune que s'accomplit un pareil transport; et puis, quand il a eu lieu, il n'est aucunement suivi par un dépôt d'alluvions dues à une recrudescence de l'érosion.

Quand le terrain est disposé de manière à permettre, à

(1) Grand'Eury, *Annales des mines*, 1882 ; Mis de Saporta, *loc. cit.*

de certains moments, le ravinement du sol par des eaux torrentielles, il est inadmissible qu'à d'autres instants ces courants aient la discrétion de se détourner pour ne plus laisser en fonction que des eaux limpides, qui elles-mêmes, par une sorte de réciprocité bien étrange, auraient soin de n'emporter que de la bouillie végétale, sans jamais toucher au sol sous-jacent. Ce départ entre les eaux claires et les eaux limoneuses, entre les couches de houille et les sédiments houillers, cette séparation tranchée de deux régimes hydrauliques sur un même territoire, est chose absolument arbitraire et artificielle, contre laquelle proteste l'expérience de tous les jours. Un cours d'eau n'a pas de ces subtilités. Quand ses eaux gonflent, par le fait du ruissellement qui balaie ses versants, elles déploient toute la puissance qui résulte de leur masse et de la hauteur de chute. Si le relief du terrain reste le même, le travail sera identique. Observons d'ailleurs que, si les eaux boueuses emportaient de la vase et des cailloux, à plus forte raison devaient-elles détruire au passage la forêt houillère. Qu'advenait-il donc de ses débris, et faudra-t-il imaginer deux sortes de couches, les unes formées par le déplacement tranquille, à petite distance, de la bouillie végétale, les autres résultant de l'altération des débris charriés par les torrents limoneux ?

Combien plus simple et plus rationnelle est la théorie de M. Fayol, celle des *deltas houillers !* Avec quelle perfection elle s'applique à ces bassins lacustres de la France centrale, où l'abondance des conglomérats à gros éléments trahit l'existence, à l'époque carbonifère, d'un relief accentué, à la faveur duquel les cours d'eau pouvaient déployer, sur un petit espace, une grande puissance mécanique ! Chacun de ces bassins s'est formé dans une cuvette, occupée par un lac souvent très profond. Les affluents du lac y versaient, à chaque crue, tout ce qu'ils venaient d'enlever à leurs rives, c'est-à-dire les cailloux, les sables, la vase, les végétaux entiers, et la couche de

détritus accumulée sur le sol des forêts. A leur arrivée dans le lac, les alluvions engendraient un delta torrentiel, composé de couches inclinées, en pente d'autant moins raide que la dimension ou la densité des débris transportés était plus faible. Les blocs et les galets se précipitaient les premiers, puis les sables, enfin la vase et, par-dessus, les matières végétales. Longtemps abandonnées à elles-mêmes, celles-ci auraient fini par gagner la surface ; mais avant qu'elles eussent réussi à se dégager complètement, un nouvel apport d'alluvions venait les enfouir pour jamais. La séparation des débris végétaux d'avec les matières terreuses avait-elle été suffisante, il en résultait une couche de houille pure, pouvant même contenir moins de cendres que la moyenne des plantes d'où elle dérivait, si les parties de végétaux qui l'avaient engendrée étaient de celles où les cendres sont le moins abondantes. Au contraire, était-il resté une proportion trop forte de particules minérales, il se formait soit un schiste bitumineux, soit un grès charbonneux, ou encore une houille impure, pénétrée de *nerfs schisteux,* comme cela arrive si souvent dans les couches épaisses du Plateau Central. D'ailleurs, suivant la violence et la direction des crues, les paquets de matières végétales pouvaient être tantôt considérables, tantôt insignifiants ; et comme, dans ces petits réservoirs lacustres, aucune cause n'en pouvait provoquer l'étalement, ils demeuraient à la place où avait eu lieu leur chute, sauf quelques glissements que pouvait provoquer le tassement inégal des vases sous-jacentes. Par là se formaient des amas lenticulaires plutôt que des couches proprement dites, et l'épaisseur de ces amas, toujours localisés, était susceptible de subir de brusques et considérables variations.

Si la théorie des deltas houillers n'avait été qu'une vue de l'esprit, imaginée, en dehors de toute observation directe, pour expliquer certains traits généraux des bassins lacustres, on aurait pu, sans en méconnaître la

valeur, conserver quelques doutes sur l'opportunité de son application. Mais M. Fayol avait suivi, dans l'élaboration de cette doctrine, une tout autre méthode. C'est en ingénieur qu'il avait procédé, sans parti-pris d'aucune sorte. C'est l'observation patiente et réfléchie qui l'avait conduit pas à pas à un corps de doctrines, à mesure que se complétait entre ses mains l'inventaire systématique du bassin de Commentry.

A la différence de l'immense majorité des gisements houillers, qui ne peuvent être exploités que par travaux souterrains, et où l'observation, toujours difficile et discontinue, demande constamment à être complétée par des hypothèses sur l'allure des parties invisibles, le gîte de Commentry s'exploite à ciel ouvert, par d'immenses tranchées de 150 à 200 mètres de profondeur, dont le développement total atteint plusieurs kilomètres. C'est un tableau toujours lumineux, où les relations mutuelles des divers éléments du terrain viennent se peindre sans voiles, et où les progrès de l'extraction permettent de suivre d'une façon continue les transformations que subissent toutes les couches. Pendant nombre d'années, M. Fayol a relevé ce tableau toujours changeant, tenant note de ses variations, recueillant et classant, sans relâche, des échantillons dont chacun pût apprécier à son gré la signification. C'est ainsi que, sur les parois des tranchées, il a vu se dessiner la stratification des deltas torrentiels, aussi clairement qu'elle ressort, à Genève, dans les excavations qui entament l'ancien delta de l'Arve, et qu'ont si bien étudiées MM. Desor et Colladon. Maintes fois il a constaté le passage des grès aux schistes, et de ceux-ci à la houille, ainsi que les changements latéraux produits par les divagations des cours d'eau affluents. Collectionnant avec soin les cailloux roulés des conglomérats, pour les comparer avec les roches de la surface, il est parvenu à définir l'origine locale de chaque apport torrentiel, ainsi que les empiètements momentanés d'un cône de déjection sur un

autre. Mais surtout il lui a été donné de prendre sur le fait la séparation des alluvions végétales, et leur réunion en filets, en paquets, ou en couches définies.

Ici c'est une couche inclinée de grès noirs, dont les éléments deviennent de plus en plus fins à mesure qu'on en suit la pente, et d'où se détachent au pied des filets de houille. Et ceux-ci vont se souder à une couche inférieure, qui marque le progrès constant, vers le large, du dépôt d'alluvions végétales; de sorte que l'âge des diverses portions de cette couche, continue en apparence, n'est pas exactement le même, comme aussi quelques-unes de ses parties sont contemporaines des strates inclinées du couronnement gréseux. Ailleurs c'est une succession d'accidents capricieux, strictement limités à un petit nombre de strates, et où l'on voit un dépôt antérieur raviné par un autre plus grossier, qu'un déplacement des torrents est venu jeter à sa surface; ou bien c'est un glissement, produit par le tassement inégal des couches inférieures, et qui a divisé un lit, primitivement continu, en une série de tronçons, engendrant ce que les mineurs appellent une *allure en chapelet*.

Bien que la signification de tous ces accidents fût parfaitement claire, M. Fayol a tenu à la préciser davantage en faisant appel à l'expérimentation. Il a créé, à l'aide de grandes caisses en bois destinées au lavage des charbons, des bassins artificiels de sédimentation (1), où il lui était loisible de faire varier à son gré, soit la vitesse et la direction des courants, soit la nature et la proportion des matières transportées. Une fois le dépôt accompli, des sections verticales pratiquées dans sa masse permettaient d'en relever toutes les particularités, et de constater qu'on y retrouvait, trait pour trait, les circonstances caractéristiques du gisement de Commentry.

(1) Voir le détail de ces expériences dans l'ouvrage de M. Fayol sur le bassin de Commentry, et aussi dans le compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en 1888 (*Bulletin*, 3e série, t. XVII).

La cause était donc gagnée, et il ne restait plus qu'à répondre à certaines objections que ne manqueraient pas de formuler les partisans de l'ancienne doctrine. La plus importante était celle des troncs d'arbres réputés en place. Justement, aucun gisement, mieux que celui de Commentry, ne se prêtait à cet examen; car il s'y trouve une assise à laquelle l'extraordinaire abondance des tiges de calamodendrées a fait donner, par les ouvriers, le nom de *banc à roseaux*. Il n'a pas été difficile à M. Fayol de montrer, d'abord qu'aucun de ces troncs ne tenait par des racines à une apparence quelconque de sol; ensuite que tous étaient des tronçons de tiges, les unes debout, les autres couchées ou inclinées; enfin que la proportion des tiges verticales aux autres était à peine de 1 à 100. Même, parmi les spécimens observés, il s'en est rencontré un qui avait sa souche en l'air! Une fois de plus, M. Fayol a eu recours à l'expérimentation. Après avoir rappelé que les sapins flottés sur le Mississipi restent très souvent debout, il a fait voir que, dans un courant rapide, nombre de végétaux, fût-ce même des frondes de fougères, gardent la station verticale, pour ne commencer à se coucher que quand leur pied a touché le fond. Observant de plus que les portions de tiges abondent dans les bassins du Plateau Central, au milieu des conglomérats à gros galets, où personne n'imaginera d'aller chercher un ancien sol, le sagace observateur en a conclu que tous ces troncs, charriés par les eaux torrentielles avec une masse de sables et de graviers, étaient venus échouer dans toutes les positions possibles au sein des couches d'alluvions du delta; alors celles-ci, assez consistantes pour respecter, quelle qu'elle fût, la position acquise par les tiges, avaient eu beau jeu pour pénétrer dans l'intérieur de ces dernières, à la place de la partie médullaire déjà décomposée, et à en prendre le moule.

La houille ne résulte donc pas de l'accumulation sur place des restes d'une végétation de lagunes ou de lacs,

périodiquement enfouie et renouvelée. Les fragments de bois et d'écorces qu'elle contient sont toujours très petits, tandis que, s'il y avait eu des forêts aux points où l'on rencontre le charbon de terre, on retrouverait infailliblement des troncs entiers, ainsi que des branches avec leurs ramifications. Même un transport à courte distance, jusqu'à une dépression lagunaire, n'eût certainement pas fait disparaître cette sorte d'éléments.

Cela ne veut pas dire qu'il ne puisse pas se rencontrer exceptionnellement, dans les gisements houillers, de tiges réellement en place. M. Grand'Eury en a observé et dessiné qui, enracinées dans la vase, paraissaient avoir émis en outre, à diverses hauteurs, des racines adventives, sans doute à mesure que l'envasement faisait des progrès. Un tel fait n'est en aucune manière incompatible avec la notion des deltas. Ce genre de formation comporte, en sus des alluvions immergées, des atterrissements superficiels plus ou moins stables, où la végétation peut très bien s'installer pour disparaître plus tard, soit que son support vaseux se tasse, soit qu'une crue du fleuve la recouvre par de nouveaux dépôts. C'est, en particulier, ce qui se passe fréquemment à l'embouchure du Mississipi ; mais ces exemples seront toujours rares relativement aux tiges charriées, et ce qui le prouve bien, c'est que les tiges moulées en grès, avec écorce charbonneuse, très peu abondantes là où les couches de houille sont régulières et étendues sur de grandes surfaces, deviennent extrêmement nombreuses, comme nous le rappelions il y a un instant, parmi les conglomérats à galets roulés des bassins houillers du Plateau Central, par exemple dans celui de Champagnac.

De plus, c'est un fait curieux et significatif, que là où il existe des troncs enracinés, ils ne pénètrent *jamais* dans les couches de houille, qu'ils n'ont en rien concouru à former.

Reste la question des *Stigmaria*, ces souches si fréquentes

à la base de certains lits de houille ; mais l'argument qu'on en pouvait tirer a perdu la plus grande partie de sa valeur, depuis que les botanistes ont reconnu dans ces organes des rhizomes rampants, capables, dans certains cas, de donner naissance à des tiges aériennes de sigillariées, mais qui se contentaient le plus souvent de vivre tels quels sur les marécages houillers. Dès lors, quand, saisis par les courants torrentiels, ils étaient entraînés dans les deltas, il était naturel qu'étant plus lourds et mieux équilibrés par leur forme que les autres débris végétaux, ils dussent gagner de suite le fond de la couche destinée à devenir de la houille.

Ceux qui auront bien voulu, à notre exemple, se rendre à la force de tant de bonnes raisons, apercevront de suite quelles importantes conséquences découlent de la nouvelle manière de voir. En premier lieu, les mouvements du sol, si nombreux et parfois si compliqués, qu'il fallait mettre en jeu pour expliquer la superposition d'un grand nombre de couches de houille, cessent absolument d'être nécessaires. Les couches se sont appliquées les unes sur les autres, comme font les sédiments dans un cône de déjection immergé, et si la complète stabilité du sol n'est pas une des conditions du phénomène, du moins il n'y a pas, *à priori*, de raison pour la mettre en suspicion.

En outre, les couches de houille ont dû se déposer, dès l'origine, avec une certaine inclinaison ; car c'est le propre des deltas de former des strates inclinées, en pente d'autant plus forte que les matériaux sont plus gros et que l'eau du bassin de dépôt est plus tranquille. Aussi, dans les bassins lacustres, convient-il d'être prudent, et de se garder de faire intervenir des dislocations uniquement pour expliquer certaines allures stratigraphiques, qui peuvent fort bien être primordiales.

De plus, que deviennent les milliers de siècles autrefois réclamés pour la formation des bassins houillers ? Que

penser de ces calculs des anciens auteurs, cherchant à évaluer le nombre de centimètres de charbon de terre que pourrait donner toute la substance d'une forêt vierge, afin d'en déduire combien de végétations successives, et par suite combien de milliers d'années, avaient dû être employés à la formation d'une seule couche de houille? Tout cela s'évanouit comme une bulle de savon qui crève. Non seulement une couche tout entière, quelle qu'en soit l'épaisseur, devient à nos yeux le produit d'une seule crue, mais à cette même crue appartient une portion au moins des argiles et des grès sous-jacents. Et si, prenant le calcul d'autre façon, c'est-à-dire restituant aux régions voisines la parure végétale dont un lit de houille implique la destruction, on cherche à se représenter le temps qu'une végétation tropicale aurait pu mettre à garnir le territoire tributaire du bassin, on trouve des chiffres infimes, qui sont à ceux des anciens auteurs comme 1 est à 100, sinon comme 1 est à 1000.

Ce n'est pas tout encore, et l'un des principaux mérites des observations de M. Fayol est d'avoir établi avec quelle rapidité a dû se faire la transformation en houille des débris végétaux (1). En effet, dans le bassin de Commentry, comme dans celui de la Haute-Dordogne, il a recueilli de nombreux *cailloux de houille*, faisant partie des conglomérats carbonifères au même titre que les galets de quartz, de gneiss, de micaschiste, empruntés aux roches de la périphérie des bassins. La houille de ces cailloux était parfaitement formée. Souvent même on y distinguait la succession de lits mats et brillants, si fréquente dans les charbons du centre de la France. Ainsi, pendant la formation d'un bassin qui, précisément, appartient, par l'homogénéité reconnue de sa végétation, à une phase très étroitement limitée de l'époque houillère, au moment où

(1) C'est pour cette transformation que M. Grand'Eury, dans ses Mémoires, a cru devoir accepter le mot de *houillification*. Nous avouons que, pour notre part, nous n'avons jamais pu nous résigner à enrichir la langue française d'un vocable aussi peu harmonieux.

se déposaient les derniers conglomérats, les couches végétales de la base étaient déjà de la houille. Un changement dans l'équilibre du sol, en ramenant au jour une portion de delta déjà consolidée, en a permis l'érosion par les torrents, et la houille en a subi l'effet tout comme les roches encaissantes. A peine si l'on peut dire que le charbon de ces galets offre un peu moins de densité et de dureté que la houille normale du même bassin.

Ce fait est gros de conséquences, et l'on en peut déduire, avec M. B. Renault, qu'au rebours des idées autrefois professées sur l'intervention du métamorphisme général, *c'est antérieurement à leur enfouissement dans les deltas que les matières végétales sont devenues de la houille.* Depuis lors, elles n'ont guère été modifiées que dans leurs propriétés physiques: la pression a augmenté leur densité, en déformant un peu les tissus; l'intercalation dans un milieu poreux a déterminé une déshydratation. Mais la composition chimique du charbon minéral était acquise dès le début, et le temps n'est pour rien dans le phénomène!

Déjà, du reste, le microscope avait fait évanouir le mirage d'une transformation progressive de la tourbe en lignite et de celui-ci en houille. Les lignites de l'Allemagne du nord s'étaient révélés comme constitués par des débris de conifères, tandis que les cycadées dominaient parmi les charbons jurassiques, et que ces différents types se montraient absents de la flore houillère. Mais si la différence intrinsèque et originelle des dépôts se trouvait ainsi établie, il n'en résultait pas que le charbon minéral eût été formé de suite tel qu'il est. Or c'est le fait capital qui ressort des travaux de M. Fayol, et il ne reste plus qu'à en développer les conséquences. C'est ce que nous allons faire en nous aidant des considérations récemment développées par M. B. Renault, au sujet de la houille du bassin de Commentry (1).

(1) *Flore fossile de Commentry*, dans Bull. Soc. industrie minérale, [3],IV.

La houille de cordaïtes de Commentry, qui provient d'un bois parfaitement homogène et sans mélange, répond sensiblement à la formule $C^{14}H^{5}O$. On peut déduire cette composition de celle de la cellulose $(C^{12}H^{10}O^{10})^{6}$, en faisant perdre à cette dernière 30 équivalents d'acide carbonique, 14 équivalents d'hydrogène proto-carboné, et ajoutant un équivalent d'eau. C'est précisément la réaction qui s'accomplit dans la vase des marécages où, sous l'influence de micro-organismes, la cellulose se décompose, en dégageant de l'acide carbonique et du gaz des marais.

Il est vraisemblable que les matières végétales des forêts et des marécages houillers ont subi une macération analogue, après quoi, entraînées dans les lacs ou les estuaires, et recouvertes de sables et d'argiles, elles ont vu la transformation se compléter sous l'influence d'une pression graduelle et d'une déshydratation au contact de couches poreuses.

A cette époque, les plantes possédaient de nombreux appareils pour la sécrétion des gommes et des résines. Les fougères, les cycadoxylées, les sigillaires en étaient abondamment pourvues. Or les eaux provenant du lessivage de ces plantes, laissant déposer les substances résinoïdes devenues insolubles après le travail des micro-organismes, ont pu engendrer des masses combustibles différentes de celles qui proviennent directement des végétaux organisés.

En tout cas, c'est sans doute dans cette richesse en produits résineux, jointe aux facilités rencontrées par la macération, que réside le privilège spécial de l'époque houillère. Le bénéfice d'un climat tropical, avec atmosphère lourde et humide, était alors étendu au globe tout entier, et sur des continents qui, après avoir longtemps cherché leur assiette, commençaient à acquérir une ampleur rarement dépassée depuis lors, s'installait une végétation d'une puissance extraordinaire, toute chargée

de principes gras et féculents. C'est l'abondance de ces principes qui, en engendrant par macération la substance ulmique, a imprimé sa caractéristique au phénomène houiller. Si plus tard le transport des végétaux en décomposition et leur accumulation dans des deltas ont pu se reproduire sur une échelle analogue, du moins le changement déjà survenu dans le monde végétal n'aura permis que par exception la formation d'un produit identique avec la houille. C'est probablement pour cette cause que les anciens rivages jurassiques des régions septentrionales n'offrent que des couches charbonneuses de mauvaise qualité, tandis qu'au Tonkin une véritable houille se trouve dans l'étage rhétien.

D'après ce qui vient d'être dit, la transformation des plantes en houille aurait comporté deux phases successives (1) : la première, purement chimique, comprenant l'appauvrissement en hydrogène et l'enrichissement en carbone des tissus végétaux et de leurs produits ; la seconde, mécanique, celle de compression et de dessiccation dans un milieu perméable, faisant acquérir aux houilles les propriétés physiques qui les caractérisent. Le résultat de ces deux phases dépend, entre certaines limites, de la nature chimique et physique des végétaux. Ce sont les feuilles, les bois, mais surtout les assises subéreuses et prosenchymateuses des écorces, plus ou moins chargées de réservoirs de sécrétion, qui ont concouru à la formation du charbon minéral. Comme ces divers éléments sont loin d'être identiques au point de vue de leur richesse en composés résineux ; comme, en outre, le transport par l'eau courante a dû, bien souvent, opérer un classement des produits par catégories similaires, on s'explique sans peine la grande variété des houilles, leur teneur inégale en matières bitumineuses, et la proportion non moins variable des gaz qu'elles peuvent donner à la distillation.

(1) Renault, *loc. cit.*

On peut aller plus loin et reconnaître, ou tout au moins soupçonner, dans les circonstances du processus de macération, la cause du développement du grisou. On sait que ce gaz, si dangereux par son mélange avec l'air, est surtout constitué par de l'hydrogène protocarboné ou gaz des marais. Nous venons de voir que cet hydrocarbure devait précisément se dégager lors de la transformation en houille de la cellulose. S'il a pu s'échapper librement, le charbon sera exempt de grisou ; s'il est demeuré emprisonné parmi les débris végétaux, où il aura été forcé de séjourner avec compression, il se dégagera quand une issue lui aura été ouverte par l'exploitation ; et des masses énormes du gaz fatal pourront ainsi se répandre en quelques instants au dehors, puisqu'elles préexistent et sont en quelque sorte emmagasinées dans les pores de la houille.

Le travail de la macération des végétaux devait d'ailleurs s'accomplir rapidement ; car, dans un bassin peu étendu, comme celui de Commentry, des parties où la houille est complètement formée coexistent avec d'autres où la transformation est à peine esquissée ; et nous avons vu, par l'exemple des galets de houille, que la réaction était certainement achevée bien avant que tout l'ensemble des sédiments du bassin se fût déposé.

Tels sont les enseignements si féconds que nous donne l'étude détaillée des gisements lacustres du centre de la France, et qui changent sur tant de points les vues théoriques dont jusqu'alors on s'était contenté. Si l'on réfléchit qu'au cours de leurs recherches, MM. Grand'Eury et Fayol ont mis en lumière une foule de documents qui ont considérablement élargi nos connaissances, aussi bien sur la faune entomologique et ichthyologique de l'époque houillère que sur sa flore ; qu'à ce dernier point de vue, M. Grand'Eury a fait en paléobotanique d'importantes découvertes, ultérieurement étendues par les travaux de MM. Renault et Zeiller ; enfin qu'il a su préciser les

diverses phases de la végétation carbonifère, au point que l'étude des espèces dominantes est devenue, entre ses mains, un moyen d'information industrielle dont la fécondité s'est récemment révélée avec éclat dans les recherches de houille du bassin du Gard, on ne sera pas étonné de nous entendre réclamer pour ces savants une place éminente parmi ceux qui ont droit à la reconnaissance des géologues.

Nous nous permettrons d'ajouter que, si leurs efforts ont été couronnés d'un succès aussi exceptionnel, c'est qu'ils n'ont cessé de faire à la fois œuvre d'ingénieurs et œuvre de naturalistes. Ce n'est pas dans le silence du cabinet ou du laboratoire, ni pour les besoins d'un enseignement didactique, que les idées ont pris corps dans leur esprit. Sans cesse en contact avec le terrain, obligés de pourvoir aux nécessités quotidiennes de l'exploitation, ils ont entrepris de la doter de méthodes rationnelles, et c'est dans ce but pratique qu'ils ont voulu voir clair au milieu des apparences compliquées devant lesquelles leurs prédécesseurs s'étaient inclinés. Ainsi, l'excellence des résultats obtenus tient à l'heureuse alliance de la méthode rigoureuse et géométrique de l'ingénieur avec le coup d'œil qui fait les naturalistes.

Les coupes de Commentry sont si lumineuses, et toutes les particularités qu'on y observe s'accordent si bien avec les résultats des expériences de sédimentation, que tous ceux qui ont visité ce remarquable gisement en sont revenus convaincus de l'excellence de la théorie des deltas. Mais plusieurs se sont efforcés d'établir que si la doctrine de M. Fayol était bien applicable aux petits bassins lacustres du centre de la France, elle ne convenait en rien aux gisements marins de la Flandre, de la Belgique, de l'Angleterre et de la Westphalie. Telle est, en particulier, la thèse que développait, le 17 décembre 1889, à la séance publique de la classe des sciences de l'Académie royale

de Belgique, l'éminent ingénieur et géologue belge, M. Alphonse Briart. A ses yeux, la régularité et la grande étendue des couches de houille du nord excluent toute idée de transport, de même que la présence, à la base des lits houillers, des *Stigmaria*, affirme le développement en place d'une végétation arborescente. Si compliquée que soit l'hypothèse d'une suite presque indéfinie d'affaissements et de comblements, M. Briart la croit nécessaire pour expliquer la superposition de nombreuses couches. Le temps, qui n'a pas dû être marchandé à ces opérations, leur aurait permis de se répéter bien des fois sans cataclysmes, et sans qu'il soit nécessaire de faire appel à une continuelle mobilité de l'écorce, peu conciliable avec ce qu'on sait de sa stabilité actuelle.

Du reste, pour ne pas encourir le reproche de dénaturer la pensée de notre savant ami, nous reproduirons textuellement ici quelques passages de son discours, et notamment celui où il trace le tableau de ce que devait être le pays des charbonnages belges à l'époque des houilles (1).

« Représentons-nous cette plaine basse, immense, comme une jungle de l'Inde ou une steppe de la mer Caspienne, s'étendant à perte de vue dans le sens de l'est et de l'ouest, et s'arrêtant vers le sud aux montagnes bleues qui bordent l'horizon de ce côté et qui sont les premiers soulèvements des Ardennes. Depuis l'époque déjà lointaine de ces soulèvements, la contrée n'a pas cessé de s'affaisser et la mer a commencé le comblement de l'immense dépression qui en était résultée. Les bassins secondaires se sont remplis dès l'époque dévonienne ; puis est venue l'époque carbonifère qui a complété l'horizontalité des dépôts. Les premières assises sédimentaires de l'époque des houilles se sont déposées à leur tour et la mer s'est retirée vers le nord. Elle y a formé un cordon littoral et élevé de faibles dunes, ceinture protectrice qui lui a, de ce côté, fermé

(1) *Bull. Acad. royale de Belg.*, 1889, p. 842.

l'accès de la plaine. Par le jeu des marées, elle y a fait longtemps refluer les cours d'eau qui y apportaient leurs dépôts limoneux. Le niveau s'est élevé de plus en plus et tout y est admirablement préparé pour la formation qui va venir.

» A un régime purement marin a succédé un régime d'eaux saumâtres, et bientôt celui-ci a été remplacé par un régime entièrement d'eau douce. Les eaux limoneuses se sont peu à peu détournées, et il ne reste sur la vaste plaine qu'une eau peu profonde, dans laquelle n'arrivent plus les sédiments terreux.

» Bientôt une abondante végétation vient s'y implanter, et elle se trouve transformée en une forêt immense. Des cours d'eau, maintenant au-dessus du balancement des marées, y décrivent leurs méandres aux cours changeants, paisibles et tranquilles. »

Alors l'auteur trace le tableau de la végétation de l'époque, et dit comment les débris de cette végétation, s'accumulant sur le sol même comme font aujourd'hui les détritus au pied des arbres d'une forêt vierge, y ont fourni les matériaux d'une couche de houille. Mais cette accumulation ne peut pas être indéfinie et, pour expliquer la superposition de plusieurs couches distinctes en un même point, M. Briart fait intervenir en ces termes les mouvements du sol :

« L'affaissement général de la contrée continue; il s'accentue même à un moment donné et modifie brusquement le régime des eaux. Les ruissellements plus rapides entaillent plus profondément les terres émergées et, se répandant au milieu de la forêt houillère, y transforment les eaux limpides en eaux boueuses et sédimentaires. De son côté, la mer y revient, d'abord par les embouchures des rivières, puis, franchissant les faibles barrières que lui opposent les dunes affaissées, en refoule les débris dans la plaine. Les sables et les argiles se déposent, tantôt en eaux douces, tantôt en eaux salées, nous offrant ainsi le

type le plus saisissant d'une *formation poldérienne*. La végétation disparaît.

» Cet état de choses continue jusqu'à ce que ces sédiments, après un temps plus ou moins long, finissent à leur tour par combler le polder. Alors les ruissellements deviennent moins rapides et de nouvelles dunes restreignent de nouveau l'empire de l'océan. L'eau, moins profonde, redevient limpide, la végétation reprend possession du domaine dont elle avait été momentanément dépossédée, et une seconde couche de houille commence à se former. »

Une première chose nous frappe dans ce tableau, du moins dans la forme qui lui est explicitement donnée : c'est la complète méconnaissance des lois ordinaires de l'hydraulique. Comment! voilà une plaine immense, sans limites, que le temps a transformée en un vaste marécage, où les eaux qui viennent du continent n'ont plus la force de transporter même du limon, et c'est par un *affaissement général* qu'on prétend restituer aux ruissellements une nouvelle puissance! Mais ne sait-on pas que l'activité des eaux courantes est uniquement gouvernée par la différence de hauteur qui existe entre les sources et les embouchures? De telle sorte qu'un affaissement du sol, qui diminue cette différence, ne peut qu'entraver encore l'écoulement des eaux et paralyser davantage en elles la faculté de transporter des matières solides. Pour les rendre capables de charrier du limon et des sables, c'est tout le contraire, c'est un *relèvement* du terrain qu'il faut de toute nécessité invoquer. Une résurrection de l'activité sédimentaire, sur un point où cette dernière s'était déjà endormie par suite du défaut de pente, ne peut résulter que d'une émersion du pays sur lequel l'érosion avait cessé d'avoir prise, et c'est, en pareil cas, un contre-sens absolu que de parler d'affaissement.

Il y a plus: on a encore présent à l'esprit le portrait que M. Briart vient de tracer de cette immense lagune,

qui se poursuit à perte de vue, portant sa parure forestière au pied baigné par une eau limpide. Mais que va donc devenir la contrée quand il se sera produit une suite d'affaissements assez considérables pour permettre l'accumulation des *douze cents* mètres de sédiments que comporte le seul terrain houiller du bassin de Mons? Elle se sera évidemment affaissée tout entière de pareille quantité. Alors, à moins de supposer un trop complaisant mouvement de bascule, faisant regagner d'un côté ce que l'on perd de l'autre, mouvement auquel il n'est d'ailleurs pas fait la plus petite allusion dans l'écrit que nous venons de citer; alors, disons-nous, il ne restera bientôt plus rien du pays! Aujourd'hui, nous transportant sur le rivage de la mer du Nord, nous pouvons aussi, comme on l'eût fait à l'époque houillère, porter nos regards sur une plaine immense, apercevant à peine ou même pas du tout, à l'horizon, les hauteurs bleues de l'Ardenne et du Brabant, contre lesquelles la plaine va mourir. Infligeons-lui maintenant une suite d'affaissements d'une amplitude totale égale à douze cents mètres : ce n'est plus seulement la plaine qui disparaîtra. Le Brabant, l'Ardenne, et presque toute l'Europe y passeront avec elle, et finiront par être enfouis sous plusieurs centaines de mètres d'eau salée.

A tout le moins, puisqu'à l'époque houillère, la mer longeait le bord méridional de l'ancien continent paléozoïque, de nos jours si morcelé, qui s'étendait alors de la Finlande à l'Amérique du Nord, à mesure que se prononçait l'affaissement des lagunes de la houille, c'est au nord que la mer devait s'avancer, et s'il est possible qu'à une certaine distance elle rencontrât un obstacle invincible dans quelque chaîne de hauteurs aujourd'hui disparue, du moins il n'est pas contestable que le territoire affecté à la formation des couches de houille devait s'étendre dans cette direction, en proportion même des progrès de l'affaissement.

Voyons maintenant ce que nous enseigne la géologie. Au rebours de ce qu'on devrait attendre, elle nous montre les couches de houille *constamment refoulées vers le sud-ouest*. Ainsi les houilles maigres, celles qui occupent, comme on sait, la base de la formation, apparaissent sur le bord nord-est du bassin ; viennent ensuite les houilles demi-grasses, qui forment une bande extérieure à la précédente ; puis les houilles grasses, encore plus distantes des premières, et les *flénus* ne se montrent que contre la lisière sud-occidentale des faisceaux houillers. Jamais, sur une même verticale, on n'observera la superposition des flénus aux houilles maigres, ce qui devrait être, quelque inclinaison que les couches eussent ultérieurement subie, si la succession de ces deux régimes résultait d'un simple phénomène d'affaissement. Loin d'avoir été conquis par la mer en proportion de l'amplitude de ce mouvement vertical, le territoire belge a été, au contraire, de plus en plus délaissé par les lagunes houillères, celles-ci se déplaçant toujours vers le sud, jusqu'au jour où la formation du charbon de terre s'y est trouvée complètement interrompue, tandis qu'elle continuait dans le bassin de la Sarre comme dans le Plateau Central de la France.

Ainsi la conception n'est pas seulement condamnée par les lois imprescriptibles de l'érosion et de l'hydraulique ; elle est formellement démentie, en fait, par la distribution géographique des sédiments houillers, attestant qu'au lieu d'un mouvement de descente, c'est une *émersion* progressive du territoire qui s'est produite.

Ce n'est pas tout ; et la façon dont se présentent, vers la base de la formation, les couches à fossiles marins, subordonnées aux sédiments houillers, empêche de considérer comme des lagunes les territoires où se formait le charbon de terre. En effet, ce ne sont pas des coquilles d'eau saumâtre qu'on rencontre dans ces assises, ni même des espèces habituées à vivre contre les rivages, sous une

faible profondeur d'eau; ce sont des êtres franchement marins, tels que des ammonitidés (des goniatites, par exemple), qu'aucun zoologiste ne soupçonnera jamais capables de migration dans des lagunes superficielles. Elles pourraient, il est vrai, y avoir été jetées par la vague, après la mort des animaux; mais alors on les trouverait dans des grès ou des schistes d'origine détritique. Au contraire, elles apparaissent dans de minces lits calcaires, attestant le retour momentané des conditions qui avaient présidé au dépôt des calcaires carbonifères, et dont la première est certainement l'absence d'eaux troubles, chargées de vase ou de sable. Donc, au moment où ces lits se sont formés, le régime marin d'eau profonde était certainement rétabli. Dès lors, les schistes et les grès encaissants ne sont plus de simples alluvions fluviales, venant combler une cuvette poldérienne; ce sont des sédiments directement jetés dans la mer, et le fait de leur intermittence, permettant le retour des coquilles pélagiques avec le dépôt des calcaires, ne peut s'expliquer que d'une façon, à savoir par les déplacements plus ou moins capricieux d'une embouchure. Nous voilà donc, de force, ramenés à la notion des *deltas*. Ce sont bien, d'ailleurs, des dépôts opérés sous une couche d'eau assez épaisse, que ces sédiments houillers du nord, où domine la teinte grise et noirâtre, indice d'une formation à laquelle le libre accès de l'air a manqué. Si c'était, comme on le prétend, le produit du ruissellement accompli sur les terres voisines de la lagune, on y verrait, comme dans les limons et les sables du temps présent, dominer la teinte claire et ferrugineuse des minéraux portés à leur maximum d'oxydation. Au lieu de cela, quand le fer s'y rencontre, c'est bien souvent à l'état de carbonate, c'est-à-dire d'une substance que la moindre action atmosphérique transforme en limonite. Ainsi, quelle qu'ait été l'origine première des éléments de ces dépôts, de quelque portion du territoire environnant qu'ils dérivent, leur état

actuel accuse un long transport dans une grande masse d'eau, et surtout une chute finale dans des régions soustraites à l'action de l'air; toutes circonstances caractéristiques de l'embouchure des fleuves.

Mais poursuivons; puisque, dans ces sédiments, nous voyons se révéler la puissance de dégradation et de transport d'eaux continentales, venant déboucher dans un détroit en voie de comblement, il est impossible que, parmi les matières charriées, les détritus végétaux fassent défaut. On vient de nous dire qu'une immense forêt couvrait un pays absolument plat. C'est au travers de cette végétation que les grands cours d'eau, obligés de se frayer un passage, nécessairement variable vu l'absence de pente, doivent maintenant accomplir une partie de leur œuvre d'érosion. Que feront-ils donc de toutes ces plantes qu'ils détruisent impitoyablement, sinon d'en flotter les débris jusqu'à l'embouchure, pour les jeter, pêle-mêle avec les troubles, dans le delta, où la différence des densités amènera le dépôt successif du sable, de la vase et des végétaux ? ces derniers, d'ailleurs, devant être enfouis sous de nouvelles alluvions avant qu'ils aient eu le temps de se dégager complètement de la vase et de remonter jusqu'à la surface de l'eau.

Une autre circonstance plaide encore en faveur des deltas : c'est la composition même des sédiments houillers du nord. D'une part, on n'y observe jamais de galets, jamais rien qui ressemble à un cordon littoral de cailloux, comme la vague en édifie sur tous les rivages soumis à l'érosion; d'autre part, rien non plus ne trahit l'existence d'eaux continentales torrentielles; le grain des grès houillers est toujours très fin, si fin que le mica y forme souvent des lits parallèles, changeant les grès en *psammites*. Ce qui domine, ce sont les schistes, c'est-à-dire d'anciennes vases argileuses. Or l'eau courante ne cesse de transporter des cailloux de grosseur appréciable que quand sa vitesse moyenne descend aux environs de

$0^m,50$ ou 1 mètre par seconde, ce qui est la vitesse des grands cours d'eau actuels au voisinage de leur arrivée dans la mer. Ce sont donc des sédiments d'embouchure, étalés par des fleuves puissants, parvenus à une grande distance des régions où le travail actif de l'érosion était venu troubler leurs eaux. Et cela encore nous ramène à la notion des deltas. Quoi de plus simple, d'ailleurs, que de voir ces dépôts, gagnant de proche en proche à partir du nord-est, combler peu à peu la fosse profonde que l'un des soulèvements hercyniens avait creusée entre le Brabant et l'Ardenne, les couches de débris végétaux venant ainsi se plaquer les unes par-dessus les autres, avec des intervalles stériles, et sous des angles divers ? De telle sorte que, dans leur état actuel d'inclinaison, il y a lieu de faire la part, à la fois de la pente originelle des couches, et des dislocations ultérieures dont elles ont ressenti le contre-coup. Comme aussi on s'explique bien, dans cette conception, l'embarras où se trouvent les mineurs, quand ils cherchent à raccorder ensemble les couches de deux charbonnages voisins ! Ce raccordement devrait être la chose la plus simple du monde, si ces couches avaient pris naissance, au même moment, dans une seule lagune au fond horizontal. On sait bien pourtant que ni les couches ne se prolongent exactement (même abstraction faite des dislocations subséquentes), ni les *stampes* ou intervalles stériles ne demeurent constants, ce qui oblige à imaginer des mouvements d'une complication extraordinaire, comme ces phénomènes de bascule avec charnière qu'on invoque pour expliquer l'apparent dédoublement de certains lits. Au contraire, que tout cela devient simple quand on considère qu'il s'agit de dépôts de deltas, dus à une embouchure qui se déplace sans cesse, de telle sorte que les sédiments n'ont qu'une étendue limitée, et se recouvrent capricieusement en s'imbriquant les uns dans les autres ! Enfin, comme on trouve dans le tassement naturel et forcément inégal des dépôts inclinés d'un delta une

justification rationnelle de ces accidents si fréquemment révélés par l'exploitation, quand le terrain se montre morcelé en paquets que limitent de petites failles obliques, ne se prolongeant ni en haut ni en bas au delà du faisceau qu'elles affectent !

Il est un autre argument que nous ne pouvons pas nous dispenser de mettre en lumière : c'est la rareté relative, dans les bassins du nord, des tiges, debout ou couchées. Si la houille était le résultat de la décomposition sur place des matériaux d'une forêt, c'est dans les prétendues lagunes du nord, où ces forêts auraient été extraordinairement développées, qu'on devrait rencontrer le plus grand nombre de troncs, de branches ou d'écorces. Au contraire, il semble que l'abondance de ces éléments soit en raison inverse de la dimension des bassins, et tel gisement de quelques kilomètres, même de quelques hectomètres carrés, situé dans les dépressions du Plateau Central, en fournira plus que n'en donneront les plus grands charbonnages de Flandre ou de Belgique. Inexplicable dans l'hypothèse d'une forêt en place, cette circonstance se justifie immédiatement, si l'on réfléchit que les deltas marins se formaient à une grande distance des points où avait lieu l'apport des matières végétales ; de telle sorte que celles-ci, dans le long trajet qu'elles devaient parcourir, avaient plus de chances de n'arriver à la mer qu'à l'état de menus fragments.

Du reste, les tiges qui y sont parvenues l'ont fait de manière à ne laisser aucun doute sur la façon dont elles y ont été conduites. Nous avons reproduit dans notre *Traité de Géologie* (1), d'après l'*Explication de la Carte géologique de France*, de Dufrénoy et Élie de Beaumont, le dessin d'une tige fossile observée à Anzin (2). Nous avions choisi cette vignette exprès, parce qu'il était impossible de dire qu'elle eût été faite pour les besoins de la cause ; car elle a été

(1) 2e édition, p. 863.
(2) *Explication*, etc. Tome I, p. 763.

publiée en 1841, à une époque où l'on croyait à la formation de la houille en place, et la tige en question était même présentée par les auteurs comme un argument en faveur de la théorie. Or cette tige, sans racines à sa base, dépourvue de branches et coupée net à 5 mètres de hauteur, offre cette particularité, de traverser à la fois un grès houiller et une argile schisteuse, dont les strates, au contact du végétal, ont été *nettement relevées en bourrelet*. Absolument inexplicable dans l'hypothèse d'un dépôt tranquille, venant entourer un tronc d'arbre en place, ce relèvement (d'ailleurs habituel autour des tiges des bassins lacustres) indique d'une manière certaine (l'expérimentation directe le démontre aussi) que le dépôt a eu lieu dans une eau agitée, au contact d'un corps charrié par le courant qui transportait les sédiments. Le même phénomène se reproduit autour d'un tronc de moindres dimensions, dessiné deux pages plus loin, et ainsi nous devons à la conscience et à la scrupuleuse exactitude des illustres auteurs de la Carte géologique de France de pouvoir, après cinquante ans écoulés, réfuter leur propre manière de voir en invoquant les documents mêmes sur lesquels ils avaient cru pouvoir la fonder.

En résumé, la houille des bassins maritimes est, comme celle des cuvettes lacustres, une alluvion végétale, déposée dans un delta. Seulement, le dépôt ayant eu lieu après un plus long transport, et par l'action de cours d'eau pourvus d'une moindre pente, en même temps que les sédiments fins prenaient seuls part à la constitution du delta, les débris végétaux y arrivaient en fragments plus menus et plus froissés (1). De là l'homogénéité bien

(1) M. B. Renault, qui a consacré tant de soins à l'étude miscrocopique des houilles, voulait bien tout récemment nous écrire ce qui suit, à propos des charbons des bassins du nord : " Ces houilles m'ont toujours montré des fragments de végétaux plus petits et plus difficiles à déterminer que ceux du terrain houiller supérieur (auquel appartiennent les bassins lacustres). La décomposition organique est plus complète, les fragments plus opaques ; il semble que le tassement ait été plus énergique. Les organes qui ont le mieux

plus grande des houilles du nord, et l'absence de signes organiques visibles à l'œil nu. En outre, les alluvions arrivant dans un bras de mer, le jeu des vagues les forçait à s'étaler. Déjà disséminées sur une plus grande surface, en raison de l'importance des masses d'eau fluviale qui les charriaient, elles devaient encore, sous l'action de la lame, tendre à s'aplatir dans le sens horizontal, ce qui explique comment les couches du nord sont généralement si régulières. Dans le Plateau Central, des paquets de végétaux, entraînés par un torrent, descendaient avec violence des pentes voisines d'un lac aux bords escarpés, pour s'y précipiter en un bloc avec les cailloux d'un torrent, engendrant ainsi des amas de houille puissants mais très localisés. Dans le nord, bien longtemps avant l'embouchure, il devait y avoir, lors des crues, d'immenses nappes fluviales, larges de bien des kilomètres, dans le genre des estuaires actuels de l'Orénoque et des Amazones, sur toute la surface desquelles s'étalait le convoi de matières végétales. Ce convoi formait déjà une couche mince, étalée et bien égale, dont l'action marine ne pouvait qu'accentuer la régularité. En se déposant, les matières ulmiques, qui en formaient la masse principale, se dégageaient peu à peu des vases tout à fait fines, avec lesquelles elles étaient charriées, ce qui explique, vu l'identité du phénomène à toutes les crues, la parfaite constance de la composition du *mur*. Au contraire, le *toit*, résultat d'une crue ultérieure, pouvait être quelconque. De plus, il s'appliquait sur la couche végétale déjà formée, sans lui rien emprunter. Enfin, comme les végétaux non macérés, tels que les frondes de fougères et un certain nombre d'écorces, avaient dû surnager à la surface des matières ulmiques, on comprend que leur empreinte ait été si souvent prise par la couche du toit.

résisté sont quelques graines, des spores, macrospores, des écorces de Lépidodendrées et de Sigillaires, qui ont flotté plus longtemps à cause de leur nature subéreuse et ont été mises ainsi à l'abri du choc des corps durs charriés en même temps. »

Dans les deltas ainsi engendrés, certains chargements de végétaux pouvaient parvenir dans des eaux très profondes ; et les interruptions du dépôt des vases, causées par la divagation des embouchures, étaient propres à y faciliter le retour des animaux pélagiques, momentanément chassés par un voisinage gênant. D'autres couches, déposées au voisinage immédiat de la surface, sur la partie du delta en voie d'émersion, recevaient le contact des eaux saumâtres, et devenaient, provisoirement ou pour toujours, le fond de lagunes bientôt accessibles à une végétation aérienne ; auquel cas des plantes enracinées, ayant réellement vécu *in situ,* pourront, comme dans les bassins lacustres, et mieux encore peut-être, se trouver associées aux sédiments détritiques.

Ainsi tout s'explique aisément dans cette conception, jusqu'à la persistance si accentuée de cette action fluviale, qui a pu durer assez longtemps pour combler, sous des milliers de dépôts, l'ancien bras de mer du calcaire carbonifère. La géologie nous enseigne que les mouvements hercyniens ont fait naître, à l'époque carbonifère, une chaîne de hauteurs qui se poursuivait de l'Armorique jusqu'au delà de la Bohême, et dont la surrection a été l'effet de poussées successives, ayant commencé avec l'époque dévonienne, pour s'accentuer pendant l'époque houillère. C'est sans doute à la faveur de ces mouvements du sol, prélude de la grande émersion permienne de nos contrées, que les cours d'eau ont disposé pendant si longtemps du pouvoir d'érosion dont témoigne l'importance des sédiments houillers.

Parvenus au terme de cette démonstration, ne convient-il pas de se demander comment il se fait qu'une théorie, qui nous semble à nous si lumineuse, et en dehors de laquelle fourmillent les contradictions et les impossibilités, n'ait acquis l'adhésion des spécialistes que dans son pays d'origine, et qu'à l'étranger il lui faille encore livrer bataille pour obtenir d'être prise en considération ? Assu-

rément il faut faire la part, la grande part même, de la défiance qu'inspire, *à priori*, toute conception nouvelle, arrivant de l'extérieur, et prétendant mettre en défaut des notions qu'on a depuis longtemps admises sans hésitation, de sorte qu'elles semblent faire partie du patrimoine national. Cette quarantaine à laquelle sont soumises les doctrines étrangères, tout comme les marchandises à la douane, est de règle, et ne doit pas surprendre outre mesure. Mais peut-être aussi est-il permis de penser que si la théorie des alluvions végétales est souvent incomprise, c'est un peu par la faute des premières publications de ceux qui l'ont conçue. Un inventeur n'arrive jamais, du premier coup, à une formule irréprochable, et la tendance même qu'il cherche à faire prévaloir doit, par une loi presque inévitable, l'entraîner fatalement dans quelque excès. Déjà nous avons vu que M. Grand'Eury, après avoir si clairement démontré le caractère sédimentaire de la houille, avait, si l'on peut s'exprimer ainsi, gâté sa théorie par la distinction arbitraire et contre nature des eaux de ruissellement en limpides et limoneuses. De son côté, préoccupé de réagir contre la disposition à abuser des mouvements de l'écorce terrestre, M. Fayol a peut-être mis, au début, trop d'insistance à n'en admettre aucun. De même il a laissé voir, à l'endroit des enseignements de la paléontologie végétale, un scepticisme injustifié. Ces écarts se sont atténués depuis lors, et il suffit, pour s'en convaincre, de lire le compte rendu de la réunion de la Société géologique de France à Commentry. Mais ils peuvent continuer à servir de prétexte à ceux qui ne veulent pas se rendre, et c'est pourquoi nous jugeons utile d'en répudier ici la solidarité.

En géologie, plus qu'en toute autre matière, l'expérience impose un sage éclectisme, et la complication des phénomènes naturels est si grande, qu'on risque gros jeu à vouloir encadrer chaque catégorie dans une formule

unique et invariable. Ainsi, de ce que la houille est une formation de transport, et de ce que, dans l'immense majorité des cas, son dépôt a dû se faire dans des deltas, il n'en résulte pas, nous l'avons déjà reconnu, qu'on ne puisse rencontrer de végétaux *in situ* dans les sédiments houillers. De même, si les couches de houille ont pu se former sous des inclinaisons assez prononcées, il serait téméraire d'affirmer que l'allure actuelle des bassins du Plateau Central n'a été troublée que çà et là par la sortie de quelques roches éruptives. On répondrait victorieusement en montrant des couches pliées en forme de V, ou notoirement renversées sur elles-mêmes. On rappellerait les importantes dislocations qui se sont produites en Europe, pendant la formation des terrains houillers, introduisant une discordance presque générale entre le système des sigillaires et celui des fougères; dislocations auxquelles, pour notre part, nous attribuons le fréquent renouvellement de la puissance mécanique des cours d'eau. Prétendre que ces mouvements du sol aient été sans influence sur les phases de la formation des bassins, même lacustres, serait évidemment excessif. Par exemple, les dernières études de M. Grand'Eury sur le bassin du Gard y ont montré l'existence de deux faisceaux houillers, séparés par un puissant système stérile. Les flores des deux faisceaux appartiennent à deux phases très différentes, et nullement consécutives, de la végétation houillère. Il est inadmissible que, de l'une à l'autre, le bassin lacustre ou lagunaire ait continué à exister sous la même forme, et que les variations du même delta justifient le dépôt du système stérile, comme la discordance manifeste qui sépare les faisceaux houillers. Là, certainement, les mouvements orogéniques ont joué un rôle; et dans bien des cas il a dû en être de même; car, par cela seul que les bassins houillers occupaient des dépressions, ils marquent des zones faibles de l'écorce terrestre, et jalonnent souvent des lignes de facture, dont l'équilibre a dû être troublé à bien des reprises.

En introduisant ces réserves, nous ne croyons nullement diminuer le mérite des savants ingénieurs dont nous nous appliquons à populariser les idées. Au contraire, c'est pour leur frayer plus facilement la voie que nous tenons à en élaguer tout ce qui pourrait légitimer, en apparence, la prolongation d'une résistance que nous espérons voir bientôt tomber.

Dans le discours que nous avons plus d'une fois cité, notre éminent ami M. Briart voulait bien rappeler que nous avions été, dès la première heure, un champion convaincu de la théorie des deltas houillers. Avec sa bienveillance habituelle à notre égard, il se plaisait à qualifier cette adhésion d'importante, tout en ajoutant que, « malgré cette haute autorité », il lui semblait que la doctrine aurait de la peine « à faire son chemin dans le monde géologique ».

En ce qui concerne la France, la prévision de M. Briart ne s'est pas réalisée. Tous, ou peut s'en faut, sont aujourd'hui d'accord sur ce point ; et si la France est loin de faire la majorité dans « le monde géologique », c'est bien quelque chose que l'adhésion raisonnée de gens qui ont vu, de leurs yeux, l'inoubliable gisement de Commentry, et qui, éclairés par cette lumière, en ont fait l'application facile à un grand nombre d'autres bassins. Voici maintenant qu'en Angleterre quelques observateurs arrivent d'eux-mêmes à cette idée, pendant que les sondages sous-marins, notamment ceux d'Alexandre Agassiz, nous apprennent qu'à des profondeurs de plus de mille brasses, au large des Antilles, le fond de la mer peut être parfois tapissé de végétaux terrestres. Nous espérons donc que la théorie des deltas est bien près de faire son tour du monde, et qu'un jour viendra sous peu, où l'on ne sera surpris que d'une chose : c'est qu'il ne lui ait pas suffi de se faire connaître pour se voir immédiatement acceptée.

A. DE LAPPARENT.

LE CALCUL SANS OPÉRATIONS

LA NOMOGRAPHIE (1)

Le calcul numérique joue un rôle capital dans la pratique, et son importance ne fait que s'accentuer de jour en jour. C'est que la recherche de la précision est devenue un besoin général à notre époque ; elle constitue, en effet, l'une des conditions essentielles du progrès moderne. N'est-on pas en droit de dire que l'homme ne s'est réellement rendu maître des forces physiques dont il utilise le jeu que le jour où il a su en calculer les effets? Tout le monde sait, en particulier, que les applications de la vapeur et de l'électricité, ces deux sources principales d'énergie auxquelles vient s'alimenter notre industrie, sont régies par des formules sans le concours desquelles on ne saurait espérer de sérieux perfectionnements. Peu importe d'ailleurs que ces formules proviennent de déductions théoriques basées sur des hypothèses *à priori* ou ne soient que la traduction en nombres des résultats d'une série d'expériences. Le seul fait que nous ayons à retenir ici, c'est que le calcul est un auxiliaire indispensable dans

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, le 25 avril 1892.

le domaine des sciences physiques et de leurs applications.

Il n'est pas aujourd'hui jusqu'à la chimie, voire même à la physiologie, cette science hier encore toute d'observation, qui n'aient à y recourir en raison de la rigueur qu'une évolution contemporaine a introduite dans leurs méthodes.

Que dire des arts où de tout temps le calcul a joué un rôle prépondérant, celui du financier, celui du navigateur, celui de l'artilleur, etc..., sinon que la nécessité du calcul s'y montre de plus en plus impérieuse en raison de ce que les cas où il intervient y sont de plus en plus fréquents ?

Mais le domaine classique où le chiffre exerce plus particulièrement son empire, c'est celui de l'art de l'ingénieur. Là, tout obéit à sa loi. Qu'il s'agisse de construire une route ou un pont, un chemin de fer ou un navire, une machine, une porte d'écluse, un barrage, un réservoir, une distribution d'eau, un canal, les fermes métalliques de la galerie des machines à l'Exposition universelle de 1889 ou la Tour Eiffel, la formule mathématique intervient toujours et nécessairement. Calculer est une partie obligatoire, non la moins pénible assurément, du labeur quotidien d'un ingénieur. Pour ne citer qu'un exemple particulièrement typique, nous rappellerons que, pour déterminer les formes et les dimensions des douze mille pièces métalliques qui entrent dans la composition de la Tour Eiffel, il n'a pas fallu moins de deux années entières du travail de quarante dessinateurs et calculateurs attelés d'une façon permanente à cette écrasante besogne.

Ces quelques indications suffiront sans doute à mettre en lumière l'importance pratique du calcul que j'affirmais en commençant.

Or, calculer, c'est, au sens ordinaire de ce mot, se livrer, la plume à la main, à une série d'opérations mentales qui constituent un ennui sinon une fatigue, qui

entraînent à des pertes de temps parfois très sérieuses, qui comportent enfin de notables chances d'erreurs. Une seule chose est intéressante dans le calcul : le résultat. Il semble dès lors éminemment désirable de réduire autant que faire se peut l'effort au prix duquel on l'obtient. Si cet effort pouvait être absolument nul, ce serait l'idéal.

On cite quelques prodiges, comme ce Mondeux auquel s'intéressa Cauchy, comme cet Inaudi qui vient de faire courir tout Paris après avoir fait l'étonnement de l'Académie des sciences, pour qui les calculs les plus laborieux ne sont que jeux d'enfants, qui exécutent de tête et presque instantanément les opérations les plus compliquées. Mais, outre qu'une telle puissance calculatrice est excessivement rare, elle ne s'allie généralement pas à un développement normal des autres facultés, en sorte que c'est faire œuvre d'une utilité vraiment générale que de chercher par quelque moyen à réduire, pour les hommes techniques de toute spécialité, le labeur auquel les assujettit la nécessité du calcul numérique.

Les procédés imaginés à cet effet sont très nombreux et très variés, et je ne saurais les examiner ici avec quelque détail sous peine de ne pouvoir m'étendre comme je le désire sur celui qui fait spécialement l'objet de cette conférence. Mais j'établirai entre eux une distinction fondamentale qui peut servir à les classer en deux grandes catégories.

I

LES PROCÉDÉS OPÉRATOIRES SIMPLIFIÉS DE CALCUL.

Lorsqu'on veut calculer le résultat d'une formule pour des valeurs particulières attribuées aux données, on a à effectuer une série d'opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, division, élévation aux

puissances, extraction de racines) combinées suivant le mode indiqué par la formule. On peut songer d'abord à recourir à des moyens simplifiés d'effectuer ces opérations de manière à faire l'économie du travail mental qu'exige chacune d'elles lorsqu'on n'a recours à aucun artifice. De là, une première classe de procédés, d'essence d'ailleurs très diverse.

En premier lieu, on peut, après avoir représenté les données par des éléments géométriques tels que des segments de droite, effectuer sur ceux-ci des constructions aboutissant à d'autres éléments analogues représentant, à l'échelle adoptée, les inconnues cherchées. On substitue ainsi au calcul de tête de simples tracés linéaires, généralement plus expéditifs et moins sujets à erreurs. C'est cette idée qui a donné naissance au *Calcul par le trait* de Cousinery, ainsi qu'à la *Statique graphique* dont l'emploi, depuis les beaux travaux de Cullmann et de M. Maurice Lévy, est fort répandue dans les bureaux d'ingénieurs, et qui permet de résoudre, au moyen de simples épures, les problèmes que soulève l'étude de la stabilité et de la résistance des constructions.

On peut aussi, et c'est là un fait bien remarquable, confier à un mécanisme le soin d'effectuer les opérations élémentaires requises pour l'application des formules usuelles. Les machines à calcul, depuis celles de Blaise Pascal et de Jacob-Isaac Pereire, qui remontent aux deux derniers siècles, jusqu'à celle de M. Bollée, œuvre d'un jeune homme de 19 ans, qu'on a pu admirer à l'Exposition de 1889, en passant par celles bien connues de Thomas (de Colmar), de Tchebychew, etc..., toutes conçues d'après les principes les plus ingénieux, rendent, en pratique, de très grands services. En particulier, l'arithmomètre de Thomas se rencontre à Paris dans presque tous les établissements financiers, et spécialement dans les compagnies d'assurances.

Tout récemment un ingénieur des chemin de fer de

l'État français, M. Genaille, a imaginé une série d'appareils à calcul fort ingénieux et d'une construction très simple, qui pourront être livrés au public à un prix des plus modestes. Le fait mérite d'être signalé, mais je ne puis y insister par crainte de trop m'éloigner de mon sujet.

Tout le monde connaît enfin cette admirable invention du génie de Néper qu'on appelle une table de logarithmes, et qui permet de réduire toutes les opérations élémentaires à la seule addition. La simplification qu'elle introduit dans les calculs est par elle-même fort considérable et suffisante dans bien des cas. On a pourtant cherché à rendre celle-ci plus complète encore en supprimant à la fois la recherche dans les tables et les additions de logarithmes. On y est parvenu en combinant le principe même des logarithmes avec le jeu de certaines échelles mobiles équivalant aux opérations en question. Ainsi est née l'idée des règles à calcul, presque contemporaine de l'invention même de Néper, et qui s'est successivement transformée pour aboutir à ces appareils si simples et si commodes qui s'appellent la règle de Mannheim, l'*Universal proportion table* d'Everett, le *Computing telegraph* de John Fuller, l'Arithmographe circulaire, le *Spiral slide rule* de Georges Fuller, la *Calculating machine* de Thacker, etc...

Voilà donc tout un ensemble de procédés, de nature diverse, permettant de supprimer tout travail mental dans le calcul des opérations successives exigées par l'application d'une formule donnée. Cet ensemble de procédés constitue la première des deux grandes catégories que j'avais en vue tout à l'heure. Je vais maintenant passer à la seconde à laquelle se rattache le sujet de cette conférence.

II

LES TABLEAUX DE CALCULS TOUT FAITS. BARÈMES ET ABAQUES.

Quelque grande que soit la simplification introduite par les moyens qui viennent d'être rapidement passés en revue, leur répétition peut paraître fatigante lorsqu'on a, dans une certaine spécialité, pour des valeurs variées attribuées aux données, à effectuer souvent le calcul d'une même formule. Une idée se présente alors tout naturellement à l'esprit : établir une fois pour toutes, *par un procédé aussi simple que possible,* le catalogue des résultats de la formule en question pour toutes les valeurs pratiquement admissibles des données, de façon à n'avoir plus, dans chaque cas, qu'à consulter ce catalogue, pour obtenir, *sans aucune opération,* le résultat dont on a besoin.

L'établissement de ce catalogue représentera lui-même, il est vrai, une somme plus ou moins considérable de travail ; mais il faut remarquer, d'une part, que l'équivalent de cette somme de travail est bien vite dépassé lorsqu'on recommence le calcul dans chaque cas ; d'autre part, qu'une fois que le résultat en est acquis, c'est pour l'universalité des personnes qui, pour les besoins de leurs carrières respectives, ont à recourir à la formule en question ; enfin que le calcul d'une suite de résultats correspondant à des valeurs des données croissant suivant un ordre méthodique, comporte généralement des simplifications qui réduisent très notablement la besogne que représenterait le calcul de ces divers résultats pris dans leur ensemble mais indépendamment les uns des autres.

L'économie de temps qui résulte de là est d'autant plus sensible que, dans bien des cas de la pratique, notamment en ce qui concerne l'art de l'ingénieur, on a à *essayer* les

données, c'est-à-dire qu'on modifie successivement les données qu'on s'était primitivement fixées, de manière à amener progressivement le résultat à satisfaire à certaines conditions voulues. Il faut, dès lors, recommencer le calcul pour chaque nouvel état des données, ce qui fait qu'en réalité on a, pour chaque application de la formule, à reprendre plusieurs fois le calcul de celle-ci.

C'est cette idée de dresser un catalogue de résultats obtenus une fois pour toutes qui a donné naissance à la seconde classe de procédés de simplification des calculs que je visais plus haut.

Ces catalogues de résultats peuvent affecter la forme soit de tables numériques ou *barèmes*, soit de tables graphiques ou *abaques*. Je touche ainsi au but principal de ma conférence, qui est d'exposer en quelques mots et sous une forme aussi accessible que possible à un public qui n'est pas spécialement localisé dans les études mathématiques, les grandes lignes de la science des abaques ou *Nomographie*.

III

PRINCIPAUX AVANTAGES DES ABAQUES.

Un abaque est, d'après ce qui vient d'être dit, un tableau graphique de calculs tout faits. De tels tableaux ont été dressés, pour des cas particuliers, depuis fort longtemps, notamment par Louis Pouchet qui, dans sa *Métrologie terrestre* (Rouen, 1797), en fait usage pour les six premières opérations de l'Arithmétique, depuis l'addition jusqu'à l'extraction de la racine carrée. Mais leur emploi n'a commencé à se répandre dans la pratique qu'à dater des travaux de M. Lalanne, ingénieur au corps des Ponts et Chaussées français, mort récemment membre de l'Institut. Ce savant en fit une application remarquable, basée sur un ingénieux principe dont je parlerai tout à

l'heure, au calcul des profils de déblai et de remblai, lors de la construction des premières grandes lignes du réseau des chemins de fer français, soit vers 1840.

Je n'insisterai pas ici sur l'historique de la question, parce que j'aurai occasion, au cours de mon exposé, d'en signaler les points saillants. Je tiens toutefois à dire que c'est en rapprochant du procédé de M. Lalanne ceux de divers auteurs dont je vais avoir à parler, notamment de M. Lallemand, ingénieur au corps des Mines français, et de M. Massau, ingénieur au corps des Ponts et Chaussées belge, ainsi que certains autres dont j'avais eu l'idée de mon côté, que je suis arrivé à distinguer les lignes principales de la théorie d'ensemble, comprenant tous ces procédés, à laquelle j'ai donné le nom de *Nomographie* (1).

La Nomographie repose sur l'emploi de la géométrie analytique ; ce n'est qu'avec ce précieux instrument que son étude peut être réellement féconde. Mais mon but n'est pas aujourd'hui d'initier mes auditeurs au maniement de cette théorie de façon à les mettre à même d'en faire immédiatement des applications ; cela ne serait d'ailleurs pas possible dans le court espace d'une seule conférence. Je m'estimerai fort heureux si je parviens à leur donner une idée suffisamment nette de ce que c'est qu'un abaque, à leur en faire valoir les avantages, à leur en expliquer le mode d'emploi, à leur montrer comment on est amené à en faire varier le type suivant le genre de formule qu'il s'agit de représenter.

J'ai déjà signalé l'intérêt qui s'attache à l'usage, dans la pratique, des tables de résultats tout calculés, barèmes ou abaques. Je vais maintenant mettre en relief les avantages de ceux-ci par rapport à ceux-là.

(1) De νόμος, *loi*, γράφω, *je dessine*. Un abaque est, en effet, la représentation graphique de la *loi* qui unit le résultat cherché aux quantités soumises au calcul, loi dont la formule traduite par cet abaque n'est que la représentation analytique.

En premier lieu, la préparation d'un abaque exige, en général, beaucoup moins de temps que celle du barème qui fournirait les mêmes résultats. Le tracé même des lignes dont l'ensemble constitue l'abaque dispense du calcul de nombre de résultats intermédiaires entre ceux qui ont permis de fixer la position de ces lignes, calcul qu'on peut simplifier, sans doute, comme je l'ai déjà dit, mais non supprimer complètement dans le cas du barème. Cet avantage est surtout sensible lorsque la formule considérée peut être représentée par un abaque uniquement composé de lignes droites. Dans ce cas, l'économie de temps se chiffre par un rapport qui peut aisément atteindre la valeur de 1/20.

En second lieu, l'abaque parle mieux à l'esprit, permet de mieux se rendre compte de la façon dont varie le résultat, lorsqu'on introduit certaines modifications dans les données. Par là, il se prête mieux à l'interpolation, c'est-à-dire à l'estimation du résultat pour des valeurs des données intermédiaires entre celles qui figurent effectivement sur le tableau.

Mais ce qui constitue l'avantage le plus incontestable de l'abaque sur le barème, c'est de se pouvoir prêter à plus de deux entrées. Voici un exemple propre à bien mettre en lumière cet avantage. Supposons qu'il s'agisse, entre certaines limites assignées aux coefficients, de dresser un tableau faisant connaître les racines réelles de l'équation complète du 3e degré

$$z^3 + nz^2 + pz + q = 0,$$

à laquelle les ingénieurs doivent avoir recours pour certaines applications du domaine de l'hydraulique et de la résistance des matériaux.

Comment pourrons-nous résoudre la question dans le cas des tables numériques? Nous donnerons à n successivement des valeurs déterminées, par exemple : 0, 1, 2,... , — 1, — 2,... et *pour chacune de ces valeurs de* n,

nous dresserons une table à double entrée, l'une des entrées correspondant aux valeurs de p, l'autre aux valeurs de q, et les colonnes renfermant les valeurs des racines demandées. En supposant qu'il suffise d'une feuille pour chacune de ces tables à double entrée, il faudra autant de ces feuilles qu'on aura considéré de valeurs de n. Comment, en outre, faire l'interpolation par rapport à n, pour les valeurs de ce coefficient intermédiaires entre celles qui auront servi à numéroter les feuillets successifs? Enfin, il faut remarquer que, pour certaines valeurs des coefficients, l'équation aura trois racines réelles. Ce sont donc des groupes de trois résultats qu'il y aura à inscrire dans les colonnes destinées à recevoir ceux-ci. Il est inutile d'insister sur l'incommodité d'une telle disposition.

Mais ce n'est pas tout encore. Pour chaque état des coefficients de l'équation, le calcul des racines ne saurait s'effectuer directement. En d'autres termes, on ne peut, par une suite d'opérations arithmétiques effectuées sur les valeurs de n, p et q, obtenir les valeurs de z qui satisfont à l'équation. Pour employer le langage mathématique, on ne connaît pas l'expression explicite des racines en fonction de n, p, q. Le calcul de ces racines ne peut dès lors s'effectuer que par une méthode indirecte, telle que celle qui est fondée sur l'emploi des fonctions trigonométriques. Les personnes tant soit peu familiarisées avec les mathématiques peuvent se rendre compte de la somme énorme de temps qu'exigerait un tel labeur pour peu que les limites entre lesquelles on ferait varier les trois coefficients fussent assez écartées.

Eh bien, la Nomographie fournit pour la même question une solution d'une étonnante simplicité sur laquelle j'aurai à revenir plus loin. Il me suffira, pour le moment, de dire que l'abaque équivalent à la collection de tables dont je viens de parler (1) tient tout entier sur une simple

(1) Cet abaque a fourni la Pl. VIII de mon livre cité plus loin.

feuille ; à chacune des quantités z, n, p, q, correspond sur cet abaque une série d'éléments géométriques cotés (des points pour p et q, des courbes pour n, des droites pour z), et il suffit de placer convenablement une règle sur cet abaque, ou d'y tendre un fil, pour avoir, par une simple lecture, les résultats cherchés.

L'exemple qui précède met, je crois, bien en évidence le genre d'avantage que présente un abaque sur un barème. Il fait ressortir, en outre, ce fait que l'abaque se prête aussi bien à la représentation d'une formule contenant l'inconnue sous forme implicite qu'à celle d'une formule la donnant sous forme explicite.

Il faut enfin remarquer que du barème à l'abaque il n'y a pas seulement la différence du mode d'inscription des résultats, numérique dans un cas, graphique dans l'autre. La détermination même de ceux-ci se trouve, dans le second cas, dériver de la construction des lignes tracées sur l'abaque. Cette idée sera rendue plus nette par la suite.

Il me reste à faire connaître les principes fondamentaux sur lesquels repose la construction des abaques. Ne m'adressant pas ici à un auditoire spécialement mathématique, je m'efforcerai d'y parvenir sans avoir recours à des notions sortant du cercle des connaissances les plus élémentaires, et faisant partie, pour ainsi dire, du domaine commun à tous les gens éclairés. Je m'excuse donc d'avance auprès des personnes habituées au langage de l'algèbre et de la géométrie de ce que mes explications pourront avoir à leurs yeux de terre-à-terre et aussi de vague et d'indéterminé, et je les renvoie à l'exposé contenu dans mon livre, qui sera de nature à les mieux satisfaire (1). J'espère toutefois, question de forme mise à part, que ce coup d'œil d'ensemble jeté sur le sujet ne

(1) *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques.* 1 vol. in-8° de 96 pp. (Paris, Gauthier-Villars 1891). M. Mansion a fait un compte rendu de cet ouvrage dans la *Revue des quest. scient.*, oct. 1891, p. 605.

leur sera pas tout à fait inutile, en leur permettant de se mieux reconnaître ensuite au milieu de l'enchaînement des idées qui se présentera à elles quand elles feront de la nomographie une étude de détail.

IV

LES ABAQUES A DOUBLE ENTRÉE.

L'idée mère des abaques se confond avec celle des tables à double entrée ou, plus spécialement, pour prendre un exemple familier à tout le monde, avec celle de la table de Pythagore.

Supposons, en effet, qu'une certaine quantité soit déterminée par le moyen d'une formule donnée, lorsqu'on en connaît deux autres.

Ce sera, si vous le voulez, la pression d'une certaine masse de gaz, en fonction de son volume et de sa température. Nous cherchons, pour toutes les valeurs tant du volume que de la température, se succédant à des intervalles choisis d'avance entre des limites que nous nous serons fixées, à enregistrer la valeur correspondante de la pression.

Supposons un instant que nous ayons successivement calculé cette valeur de la pression pour tous les états considérés du volume respectivement combinés avec tous ceux de la température. Cette opération n'aura pas à être réellement effectuée, puisque la construction de l'abaque aura précisément pour effet de nous en affranchir, au moins en grande partie ; je ne la fais intervenir ici que pour la facilité de mes explications. Comment allons-nous pouvoir cataloguer toutes ces valeurs calculées ? De la manière bien simple qui suit et qui se présente tout naturellement à l'esprit lorsqu'on reporte sa pensée sur la table de Pythagore.

Nous prendrons une feuille de papier quadrillé telle qu'il s'en trouve dans le commerce, et (en supposant cette feuille placée verticalement pour simplifier le langage) nous inscrirons respectivement les valeurs successives du volume et de la température sur le bord horizontal inférieur et sur le bord vertical de gauche de ce quadrillage. Si, par exemple, nous avons pris les valeurs du volume de centimètre cube en centimètre cube, et celles de la température de degré en degré, nous supposerons que chaque division du bord horizontal corresponde à un centimètre cube, et chaque division du bord vertical à un degré.

Ayant ainsi construit l'échelle des volumes et l'échelle des températures, nous prendrons pour une valeur V du volume et une valeur T de la température, le point de rencontre de la verticale (qui se trouve toute tracée dans le quadrillage) passant par le point coté V sur l'échelle des volumes et de l'horizontale passant par le point coté T de l'échelle des températures, et nous inscrirons à côté de ce point la valeur P correspondante de la pression donnée par la formule pour ces valeurs de V et de T.

Si, après avoir effectué cette opération pour tout l'ensemble des valeurs considérées de V et de T, nous jetons les yeux sur le tableau, nous nous apercevons que les valeurs inscrites de P ne sont pas distribuées au hasard. Elles se succèdent au contraire suivant un ordre méthodique, et l'on remarque bien vite qu'il existe sur le tableau des lignes telles que toutes les valeurs de P situées sur l'une d'entre elles sont les mêmes et que ces lignes elles-mêmes se succèdent suivant un ordre régulier. On peut dès lors construire ces lignes, de même que sur un plan de sondage on détermine les lignes unissant les points de même profondeur (1), ou courbes de niveau ; et

(1) Je veux indiquer par là que chacune de ces lignes est déterminée non seulement par le fait qu'elle doit passer par les points où P a une valeur donnée, mais encore par ce fait qu'elle doit laisser de par et d'autre de son

lorsque ce tracé est effectué, on voit qu'il est inutile de laisser subsister toutes les cotes relatives à P qu'on avait d'abord inscrites sur le tableau : il suffit de conserver, à côté de chacune des courbes tracées, la valeur de P commune à tous les points de cette courbe (fig. 1). Lorsque la verticale cotée V et l'horizontale cotée T se couperont sur cette courbe cotée P, on saura que cette valeur de P est celle qui convient à leur point de rencontre, c'est-à-dire celle qui est donnée par la formule pour ces valeurs parti-

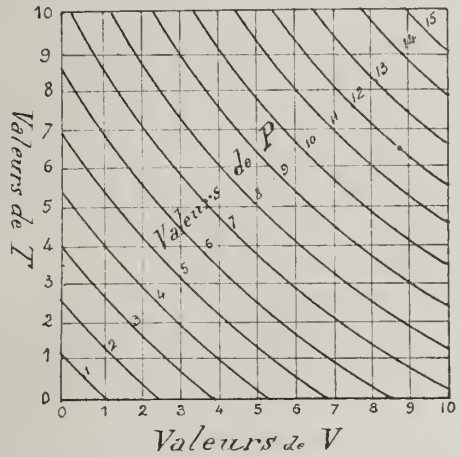


Fig. 1. — Disposition d'un abaque à double entrée ordinaire.

culières de V et de T. Par exemple, sur la fig. 1, pour V = 2 et T = 7, on aura P = 7 (1).

L'ensemble de ces trois systèmes de lignes : 1° les verti-

tracé les points où P a une valeur s'écartant peu de la valeur donnée, soit dans un sens, soit dans l'autre. Par exemple, sur la fig. 1, si, avant le tracé des courbes P, on avait pour (V = 4, T = 6) et pour (V = 5, T = 5) la cote P = 8, pour (V = 2, T = 9) et pour (V = 9, T = 2) on avait des cotes P légèrement supérieures à 8, pour (V = 3, T = 7) et pour (V = 6, T = 4) des cotes légèrement inférieures à 8.

(1) Cette fig. 1 est purement schématique. On ne s'est point astreint à y traduire en courbes les lois connues de la physique.

cales correspondant aux valeurs de V, 2° les horizontales correspondant aux valeurs de T, 3° les courbes correspondant aux valeurs de P, constitue un *abaque* de la formule faisant connaître P lorsque V et T sont donnés.

Ces lignes des trois systèmes sont dites respectivement des *isoplèthes* pour les quantités V, T et P. Ainsi, les courbes le long desquelles P conserve la même valeur sont les isoplèthes de P, de même que les verticales sont les isoplèthes de V et les horizontales les isoplèthes de T.

Tout ce qui précède tient en quelques mots et prend une forme bien plus précise lorsqu'on l'exprime dans le langage de la géométrie analytique ; je tiens à le répéter pour ne pas encourir de la part de ceux de mes auditeurs qui ont l'habitude des spéculations mathématiques le reproche de me lancer en des dissertations inutiles ; mais, j'espère que cette façon de présenter les choses permettra aux personnes les plus étrangères à ce genre d'étude de se faire au moins une idée du sujet.

Pour donner une base en quelque sorte expérimentale et tangible à la notion des isoplèthes P, j'ai suivi une marche autre que celle qui conduit, dans la pratique, à la construction de ces courbes. En réalité voici comment on opère : Que l'on donne à P, dans la formule, une certaine valeur fixe ; on pourra dès lors, en attribuant successivevement à V diverses valeurs, calculer au moyen de cette formule les valeurs correspondantes de T. On obtiendra ainsi des couples de valeurs de V et de T pour lesquels P aura la valeur fixe qu'on s'est donnée. Les points déterminés respectivement dans le quadrillage par ces couples de valeurs de V et de T appartiendront à l'isoplèthe répondant à la valeur de P considérée. Dans la plupart des cas de la pratique, trois ou quatre points suffisent à donner l'allure de la courbe, dont le tracé s'achève ensuite soit au pistolet, soit à la règle flexible. Il aura, par suite, suffi de répéter trois ou quatre fois le calcul de T pour des valeurs diverses de V, P ayant une valeur fixe, pour

obtenir une ligne, c'est-à-dire une suite continue de points, pour laquelle P conserve cette valeur.

Supposons que, sur notre tableau, les graduations de V et de T s'étendent de 0 à 10 et que les écarts de P nous conduisent à tracer 15 isoplèthes pour cette quantité. L'établissement de la table primitive aura exigé que le calcul de la formule ait été répété 100 fois, tandis que si nous supposons qu'il faille, en moyenne, 4 points pour déterminer chacune des isoplèthes de P, nous n'aurons pour la construction de l'abaque qu'à effectuer 60 fois le calcul de la formule. Je n'ai pris cet exemple théorique que pour fixer l'attention de mon auditoire sur ce point; l'économie de temps réalisée dans les cas de la pratique sera presque toujours de beaucoup supérieure à ce taux-là.

Il peut se faire, une fois que l'abaque est construit, que le point de rencontre de l'horizontale et de la verticale correspondant aux valeurs choisies de T et de V ne tombe pas sur une des isoplèthes de P effectivement tracées, mais entre deux de ces courbes. La valeur de P correspondante est alors intermédiaire entre les cotes de ces deux isoplèthes, et, suivant que le point obtenu se rapproche davantage de l'une ou de l'autre, on ajoute à la plus petite des deux cotes une fraction plus ou moins grande de l'écart qu'elles présentent. Cette interpolation à l'estime se fait ainsi beaucoup plus aisément sur un abaque que sur un barème. Il suffit d'adopter entre les cotes des isoplèthes successives un écart tel que la fraction de cet écart que l'œil peut apprécier sans difficulté soit d'un ordre de grandeur correspondant au degré d'approximation que l'on veut obtenir.

Il faut enfin remarquer que l'abaque ainsi construit permet non seulement de connaître P lorsque V et T sont donnés, mais encore de déterminer l'une de ces deux dernières quantités lorsqu'on se donne l'autre ainsi que P. Il suffit toujours de lire la cote de l'isoplèthe corres-

pondant à l'inconnue qui passe par les points de rencontre des isoplèthes cotées au moyen des valeurs des données. Par exemple, si V est l'inconnue, on n'a qu'à lire la cote de la verticale passant par le point de rencontre de l'horizontale cotée T et de la courbe cotée P.

V

LE PRINCIPE DE L'ANAMORPHOSE (M. LALANNE).

Le genre d'abaque dont il vient d'être question convient à toutes les formules qui déterminent une quantité inconnue au moyen de deux autres qui sont données. Nous allons voir maintenant que lorsque ces formules rentrent dans certains types généraux, on peut modifier la construction de l'abaque en vue d'une bien plus grande simplification.

Je vais supposer, pour expliquer l'idée de principe que j'ai en vue, sans recourir à l'usage des mathématiques, que l'abaque d'une formule à deux variables indépendantes ait été construit, suivant le mode précédemment indiqué, sur un plan extensible, tel, par exemple, qu'une feuille de caoutchouc.

Si nous donnons à toutes les parties de ce plan des dilatations égales à la fois dans le sens horizontal et dans le sens vertical, nous allons l'agrandir en conservant au tableau qui y est dessiné la même disposition. Ses dimensions seront devenues doubles, triples, ... des primitives, mais sa configuration n'aura pas varié. Nous aurons toujours un quadrillage régulier, à mailles doubles, triples, ... des précédentes, qui sera encore recoupé aux mêmes points par des courbes rigoureusement semblables à celles de tout à l'heure, mais construites à une échelle double, triple, etc.

Donnons maintenant à notre plan des dilatations

horizontales et verticales telles que tous les déplacements horizontaux des points d'une même verticale soient égaux, et que tous les déplacements verticaux des points d'une même horizontale soient aussi égaux, mais que ces déplacements varient d'amplitude respectivement d'une verticale à la suivante ou d'une horizontale à la suivante. Cette fois, non seulement le tableau changera de dimensions, mais encore il se sera déformé ; dans certaines parties, les verticales, ou les horizontales, d'abord régulièrement espacées, se seront éloignées ; dans d'autres, elles se seront rapprochées. Les deux premiers systèmes d'isoplèthes seront bien encore des verticales et des horizon-

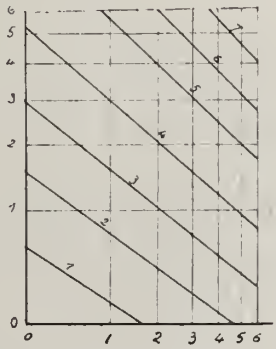


Fig. 2. — Disposition d'un abaque à droites isoplèthes obtenu par application du principe de l'anamorphose.

tales, mais formant maintenant un quadrillage irrégulier au lieu du quadrillage régulier de tout à l'heure. On voit dès lors que les courbes constituant le troisième système d'isoplèthes, au lieu de rester semblables à elles-mêmes comme précédemment, auront cette fois changé de forme, et l'on conçoit que, pour certains types de formules, que nous laissons à l'analyse mathématique le soin de déterminer, ces dilatations irrégulières puissent être choisies de telle sorte qu'après déformation les courbes isoplèthes du premier tableau soient toutes devenues des droites (fig. 2).

Tel est, exposé en langage ordinaire, le *principe de l'anamorphose* imaginé par M. Lalanne et appliqué pour la première fois par lui, vers 1840, dans la construction des abaques pour le calcul des déblais et des remblais, auxquels j'ai fait précédemment allusion.

Il est bien entendu que l'analyse mathématique permet non seulement de déterminer le caractère des formules auxquelles cet artifice est applicable, mais encore d'établir *à priori* le quadrillage irrégulier qui provenait précédemment de la déformation du quadrillage régulier, et grâce à l'emploi duquel toutes les isoplèthes du troisième système sont rectilignes.

VI

L'ANAMORPHOSE GÉNÉRALISÉE (M. MASSAU).

Le principe de M. Lalanne s'applique à un très grand nombre de formules se rencontrant dans la pratique. Mais il est susceptible d'une généralisation qui permet d'obtenir le même genre de simplification dans la construction d'abaques de formules ne répondant pas au caractère requis pour son application directe. C'est à M. Massau que revient l'honneur d'avoir signalé cette extension du principe de l'anamorphose.

Pour bien comprendre en quoi elle consiste, revenons à notre feuille extensible de tout à l'heure. Supposons donc qu'il nous soit impossible, par des dilatations telles que celles que nous avons précédemment envisagées, c'est-à-dire uniformes suivant les lignes parallèles aux bords du tableau, mais variables de l'une à l'autre de ces lignes, de transformer en lignes droites les courbes constituant les isoplèthes du troisième système sur le tableau primitif. Recourons alors à une déformation plus complète, en faisant non seulement varier de position les isoplèthes paral-

lèles aux deux bords du cadre, mais en les faisant encore varier de direction et cela de quantités inégales de l'une à l'autre. Les droites qui formaient primitivement le quadrillage régulier, en s'inclinant diversement, ne vont même plus, comme dans le cas précédent, former un quadrillage irrégulier. Elles vont découper le plan en quadrilatères quelconques. La déformation du troisième système d'isoplèthes est alors, on le voit, beaucoup plus profonde, et tel type d'abaque, sur lequel l'anamorphose de M. Lalanne

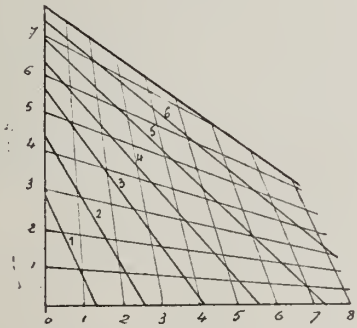


Fig. 3. — Disposition d'un abaque obtenu au moyen d'une anamorphose généralisée.

était impuissante à transformer ces isoplèthes en lignes droites, pourra bénéficier de cette simplification grâce à l'anamorphose généralisée dont je viens de parler, et qui est celle de M. Massau (fig. 3).

Ici encore, bien entendu, l'analyse permettra de déterminer *à priori* le caractère des formules auxquelles l'artifice est applicable et, lorsque ce caractère sera rempli, de construire directement l'abaque à isoplèthes rectilignes correspondant.

On voit que le principe de l'anamorphose, pris, si l'on veut, sous sa forme la plus générale, en substituant à l'abaque donné par la méthode ordinaire, sur lequel certaines courbes devraient être tracées, un abaque sur lequel

il n'y aura que des droites, permettra dans un grand nombre de cas de réaliser dans la construction de cet abaque une sérieuse économie de temps. Il suffira, en effet, de deux points pour déterminer chacune des droites de l'abaque, parfois même d'un seul, lorsque, comme cela a lieu souvent, toutes les isoplèthes de chacun des trois systèmes sont respectivement parallèles à une même direction.

En dehors de la droite, il est une autre ligne qui est, dans la pratique, d'un usage aussi commode : c'est le cercle. Je me contenterai d'indiquer que certaines formules auxquelles le principe de l'anamorphose ci-dessus indiqué n'est pas applicable peuvent être, par une autre déformation de l'abaque que fournit la méthode ordinaire, représentées au moyen d'un abaque sur lequel ne figurent que des droites et des cercles. J'en donne un exemple remarquable dans mon livre (§ 16 et Pl. IV).

VII

DESIDERATA A RÉALISER DANS L'ÉTABLISSEMENT DES ABAQUES.

Les divers artifices que je viens d'indiquer tendent à simplifier la construction des abaques, non à modifier leur emploi. Que l'abaque ne porte que des droites ou qu'il porte à la fois des droites et d'autres courbes, la manière de s'en servir est toujours la même : on a sur un tableau trois systèmes de lignes isoplèthes ; dans l'un de ces systèmes on prend la ligne ayant pour cote la valeur de la donnée correspondante, dans un autre la ligne ayant pour cote la seconde donnée, et on lit la cote de la ligne du troisième système passant par le point de rencontre des deux premières ; cette cote est précisément la valeur de l'inconnue cherchée.

Or, l'entre-croisement de ces trois systèmes de lignes isoplèthes offre parfois à l'œil quelque confusion et fatigue un peu la vue. Il faut suivre avec soin chacune des trois lignes convergentes dont il vient d'être question, pour aller lire sa cote, et lorsque les isoplèthes d'un même système sont très rapprochées ou se coupent d'un système à l'autre sous des angles assez petits, on peut être exposé à des erreurs. Enfin, l'interpolation à l'estime exige une attention assez méticuleuse, précisément en raison de ce qu'on doit généralement aller chercher les cotes à quelque distance du point où se recoupent les isoplèthes non tracées que la pensée intercale entre celles qui le sont.

A la vérité, ces inconvénients ne sont pas bien sérieux, et il ne faudrait pas s'en exagérer la portée. Il suffit d'une très petite habitude pour n'avoir pas à les redouter. Il y a pourtant intérêt à s'en affranchir chaque fois que faire se peut.

Voici, d'autre part, une considération plus grave : tous les abaques que nous avons envisagés jusqu'ici sont relatifs à des formules à deux variables indépendantes, c'est-à-dire équivalents à des tables à double entrée. Seraient-ils, sans modification, susceptibles de se prêter à un plus grand nombre d'entrées? Nous allons voir que non.

Prenons, en effet, une formule donnant une certaine quantité en fonction de trois autres prises pour variables indépendantes x, y, z. Si nous donnons à l'une de celles-ci, z, par exemple, une certaine valeur fixe, nous sommes réduits à une formule à deux entrées, x et y, dont nous pouvons construire l'abaque ainsi qu'il a été dit précédemment. Pour chaque valeur attribuée à z nous aurons un abaque analogue. La superposition de ces divers abaques produirait un tel enchevêtrement qu'elle serait matériellement irréalisable. On devrait donc se résigner à former un atlas de tous ces abaques répondant aux valeurs successives de z, et on retomberait ainsi sur l'inconvénient déjà signalé pour les tables à double entrée.

On pourra, il est vrai, tourner la difficulté dans certains cas. Si, par exemple, d'un abaque à l'autre de la série il n'y a de différence que dans la position de l'un des systèmes d'isoplèthes, on pourra dessiner celui-ci sur un transparent qu'on appliquera sur le plan où seront figurés les deux autres en même temps que certains indices propres à permettre de placer, dans chaque cas, le transparent dans la position correspondant à la valeur choisie pour la troisième variable indépendante. M. Massau, notamment, a rencontré des exemples d'application de ce principe, mais l'usage qu'on en peut faire est assez limité.

Sans donc méconnaître la valeur des méthodes précédentes, on peut se rendre compte, par ce qui vient d'être dit, de l'intérêt qu'il y a à posséder d'autres méthodes affranchies des petits inconvénients de détail qui viennent d'être signalés pour les abaques à trois systèmes d'isoplèthes réellement tracées, et susceptibles en outre de généralisation sur une vaste échelle pour des formules à plus de deux entrées. C'est à ces divers *desiderata* que répondent la méthode de M. Lallemand ainsi que celle que j'ai imaginée pour ma part. Je vais, en m'efforçant d'être aussi bref que possible, en esquisser maintenant les traits généraux sans entrer dans aucun détail d'ordre purement mathématique.

VIII

LES ABAQUES HEXAGONAUX (M. LALLEMAND).

Le point de départ de la méthode de M. Lallemand, dite des *abaques hexagonaux*, — on en verra plus loin la raison, — est le suivant :

Considérons une équation représentable par trois systèmes d'isoplèthes rectilignes, parallèles entre elles dans chaque système, et supposons les cotes de chacun de ces systèmes de droites inscrites sur une échelle perpendi-

culaire à leur direction. L'ensemble de ces trois échelles suffit à déterminer complètement l'abaque, puisque l'isoplèthe correspondant à un point quelconque d'une de ces échelles est la perpendiculaire élevée à cette échelle par ce point.

Posons alors sur notre abaque un transparent et traçons à la surface de celui-ci trois axes issus d'un même point et respectivement perpendiculaires aux trois échelles. Cela fait, si nous donnons à ce transparent des déplacements quelconques, pourvu que nous lui conservions *la même orientation,* nous voyons que ses trois axes coïncideront toujours avec trois isoplèthes correspondantes prises respectivement dans chacun des systèmes et ayant pour cotes celles qui sont inscrites sur les échelles aux points où celles-ci sont rencontrées par les axes en question.

Il est, par suite, inutile de conserver les isoplèthes tracées sur l'abaque; effaçons-les, et ne conservons que les échelles graduées correspondantes (fig. 4). Nous voyons que le mode d'emploi de l'abaque sera alors le suivant : le transparent étant orienté de façon que ses trois axes soient perpendiculaires aux trois échelles de l'abaque, déplaçons-le de façon que les deux axes perpendiculaires aux échelles des données passent par les points de ces échelles ayant pour cotes les valeurs de ces données ; le troisième axe coupe alors la troisième échelle en un point dont la cote fait connaître la valeur de l'inconnue. Par exemple, sur la figure 4, pour $A = 10$ et $B = 10$, on a $C = 34$.

Vous voyez que les inconvénients signalés tout à l'heure ont ainsi disparu : plus d'enchevêtrement d'isoplèthes, puisque celles-ci ont disparu et qu'il ne reste que trois simples échelles ; plus de crainte d'erreur dans la lecture des cotes, puisque celles-ci sont données par les axes mêmes du transparent sur les échelles correspondantes ; enfin, bien plus grande facilité d'interpolation à l'estime, celle-ci se faisant sur l'échelle même pour chacune des

variables sans qu'il y ait besoin, comme précédemment, de se figurer par la pensée des isoplèthes non tracées, intercalées entre celles figurant sur l'abaque.

Mais ce ne sont pas là les seuls avantages de cet artifice. On voit, en effet, que chaque échelle peut, sans inconvénient, être déplacée suivant la direction de l'axe correspondant du transparent. On peut également couper les échelles en trois points se correspondant sous les axes de l'indicateur et reporter les fragments limités à ces trois

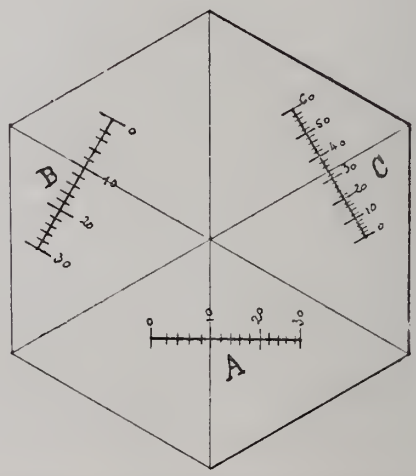


Fig. 4. — Disposition d'un abaque hexagonal à échelles linéaires.

points dans une autre position en conservant seulement leurs directions primitives et faisant en sorte que leurs origines se trouvent toujours simultanément sous les axes de l'indicateur. Cette faculté de fractionner et de déplacer les échelles est précieuse pour permettre de réduire les dimensions d'un abaque donné.

Quant à l'orientation fixe de l'indicateur, elle s'obtient au moyen de traits marqués sur l'abaque et donnant la direction que doit avoir l'un des axes de l'indicateur. Si

cet indicateur offre une certaine consistance, par exemple s'il est fait en celluloïde, et s'il présente des bords parallèles aux axes qui y sont tracés, on n'a, après avoir mis un de ses axes en coïncidence avec un des traits de direction dont il vient d'être parlé, qu'à lui imprimer des déplacements guidés par une règle le long de laquelle on le fait glisser, ainsi qu'une équerre ordinaire, pour l'amener dans la position voulue. On peut aussi, si les traits de direction sont suffisamment rapprochés, assurer à simple vue l'orientation de l'indicateur.

En pratique, les trois échelles sont disposées de manière à faire entre elles des angles de 60°. La raison de cette disposition, d'ordre purement mathématique, a pour but de faciliter la graduation des échelles ; je n'y insisterai pas ici. Je ferai seulement remarquer que, dans ce cas, le transparent affecte la forme d'un hexagone régulier et que les axes sont les diagonales de celui-ci. De là le nom d'*abaques hexagonaux*, adopté par M. Lallemand.

Il me reste à faire voir comment la méthode des abaques hexagonaux se prête à la représentation graphique de certaines formules à plus de deux entrées.

Supposons que nous accolions à chacune des échelles d'un abaque hexagonal un cadre renfermant deux systèmes d'isoplèthes cotées (fig. 5). Nous donnerons à un tel cadre le nom d'*échelle binaire*. La position de chaque axe du transparent, qui était tout à l'heure liée à une seule cote, celle du point où cet axe coupait l'échelle correspondante, va maintenant l'être à deux cotes. Il faudra, en effet, pour déterminer un point de cet axe à l'intérieur de l'échelle binaire correspondante, connaître les cotes des deux isoplèthes, une de chaque système, qui se croisent en ce point. On établira donc dans ce cas, par le fait de l'application du transparent sur l'abaque, une liaison non plus entre trois, mais entre six variables ; on aura, en d'autres termes, la représentation d'une formule à cinq entrées.

Deux des données détermineront un point dans une des échelles binaires, deux autres un autre point dans une seconde échelle ; on fera respectivement passer deux des axes de l'indicateur par ces points ; le troisième axe ira couper, dans la troisième échelle binaire, l'isoplèthe correspondant à la cinquième donnée, en un certain point. La cote de l'isoplèthe du second système passant en ce point fera connaître la valeur de l'inconnue. Par exemple, sur la fig. 5, pour A = 25, A′ = 40, B = 18, B′ = 30, C = 40, on a C′ = 30.

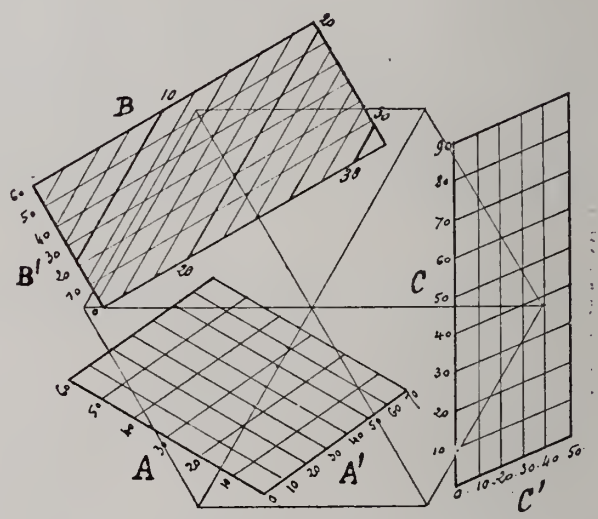


Fig. 5. — Disposition d'un abaque hexagonal à échelles binaires.

Nous avons supposé que nous remplacions les trois échelles linéaires de l'abaque hexagonal primitif par trois échelles binaires, mais cette substitution aurait aussi bien pu n'être faite que pour deux ou même que pour une échelle. Nous aurions eu ainsi la représentation de formules à quatre ou à trois entrées.

Mais la généralisation peut être encore poussée plus

loin. On conçoit, en effet, que la troisième échelle binaire sur laquelle nous avons précédemment lu le résultat soit prise à son tour comme première échelle d'un second abaque hexagonal qui pourra être dessiné sur la même feuille que le premier. En répétant plusieurs fois cette opération, on pourra multiplier les entrées de la formule à représenter.

Cette indication, pour un peu vague qu'elle soit, suffira, je pense, à vous faire pressentir tout le parti qu'on peut tirer de la méthode de M. Lallemand, dont on ne saurait d'ailleurs, de même que pour les précédentes, acquérir la pleine compréhension que lorsqu'elle est présentée sous une forme purement mathématique.

Cette méthode suppose, ainsi que nous l'avons vu, la répartition des diverses variables figurant dans la formule, en groupes de deux. Une telle séparation n'est pas toujours possible, mais elle est extrêmement fréquente dans les cas de la pratique. Aussi la méthode des abaques hexagonaux est-elle féconde en applications. M. Lallemand, qui dirige le service du Nivellement général de la France, a eu notamment occasion de l'utiliser dans une très large mesure pour les besoins de ce service, où elle a permis de réduire à une besogne insignifiante l'exécution des nombreux calculs qui doivent s'y effectuer journellement et qui absorbaient auparavant tout le temps de certains employés.

IX

LES ABAQUES A POINTS ISOPLÈTHES (M. D'OCAGNE).

L'artifice de l'indicateur transparent hexagonal ne saurait être généralisé lorsqu'il ne s'agit plus d'un abaque à trois systèmes d'isoplèthes rectilignes *parallèles,* mais d'un abaque à trois systèmes d'isoplèthes rectilignes *quelconques,* attendu que les angles faits entre eux par les

axes de l'indicateur transparent devraient varier lorsqu'on le ferait passer d'une position à une autre.

La méthode de M. Lallemand, susceptible de la vaste généralisation que je viens de signaler en ce qui concerne la multiplicité des entrées introduites, ne se prête donc pas à une extension au cas des droites isoplèthes quelconques. Il est pourtant plus désirable encore, dans ce cas, de réaliser les avantages assurés par les abaques hexagonaux pour le cas des droites isoplèthes parallèles.

Ce *desideratum* se trouve comblé par la *méthode des points isoplèthes*, que j'ai fait connaître en 1884 et que je vais essayer d'esquisser en quelques mots.

La géométrie nous apprend qu'on peut, de diverses manières, étant donnée une certaine figure, en construire une autre telle qu'à toute droite de la première corresponde un point dans la seconde, telle en outre que si plusieurs droites de la première se coupent en un même point, les points correspondants à ces droites dans la seconde soient distribués sur une même droite.

Deux figures se correspondant suivant un tel mode sont dites *corrélatives*.

Prenons dès lors un abaque à trois systèmes d'isoplèthes rectilignes et considérons sa figure corrélative en affectant les points obtenus des mêmes cotes que les droites correspondantes. A chaque système d'isoplèthes rectilignes, va correspondre une suite de points distribués sur une certaine ligne. Au lieu donc de ces trois systèmes de droites s'enchevêtrant les uns dans les autres, nous n'aurons que trois échelles, droites ou courbes, parfaitement distinctes les unes des autres (fig. 6).

Sur le premier abaque, les isoplèthes répondant aux données et celle répondant à l'inconnue concouraient en un même point. Les points correspondants sur le second abaque seront donc, par définition même, en ligne droite, et on voit à quoi se réduira le mode d'emploi de l'abaque : joindre par une droite les points ayant pour cotes les

valeurs des données sur les échelles correspondantes et lire la cote du point où cette droite vient couper la troisième échelle. Ainsi, sur la fig. 6, pour A = 4, 8, B = 7,9, on a C = 10, 5.

Outre que ce mode d'emploi est des plus simples, car il n'exige que l'application sur l'abaque soit d'un trait fin marqué sur un transparent soit d'un fil tendu, il présente

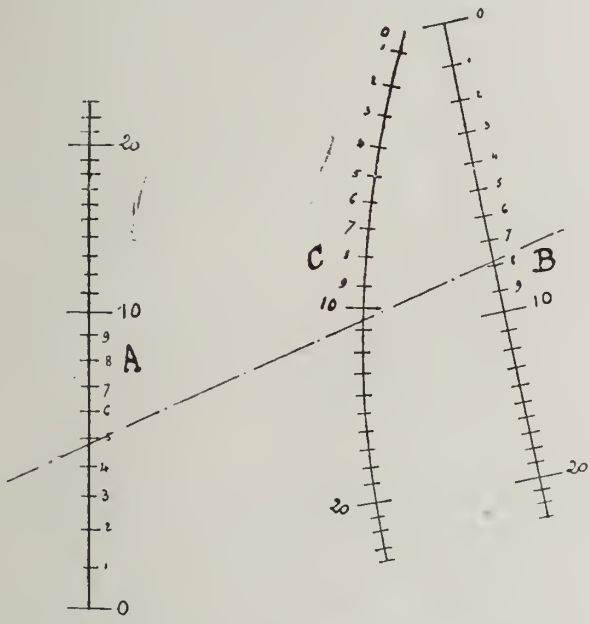


Fig. 6. — Disposition d'un abaque à points isoplèthes.

tous les avantages précédemment énumérés relativement à la netteté de la lecture, à l'impossibilité de commettre des erreurs et à la facilité de l'interpolation, celle-ci se faisant non dans l'intervalle de deux courbes, mais entre deux points de division consécutifs d'une échelle graduée. Il permet, en outre, lorsque, pour une valeur fixe attribuée à une des données, on désire connaître les valeurs

de l'inconnue répondant à une série de valeurs de la seconde donnée, ce qui est un cas fréquent dans la pratique, d'avoir immédiatement tous ces résultats en faisant simplement pivoter la droite indicatrice autour du point correspondant à la donnée fixe.

Il était toutefois nécessaire, pour la réalisation pratique de cette idée de principe, d'adopter un genre de corrélation aussi simple que possible. Ce genre de corrélation m'a été fourni tout naturellement par la considération de

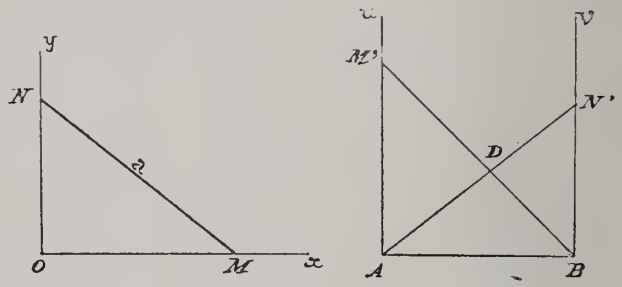


Fig. 7.

certaines coordonnées dites *parallèles* à l'étude desquelles je m'étais spécialement attaché (1).

Il peut se définir dans un langage géométrique tellement simple que je crois pouvoir l'indiquer ici (fig. 7).

On choisit sur le premier abaque deux axes rectangulaires quelconques Ox et Oy, et sur le second deux axes parallèles Au et Bv. Si une droite a, du premier abaque, coupe Ox en M et Oy en N, on porte, en tenant compte du signe, sur Au le segment AM' égal à OM et sur Bv le segment BN' égal à ON. Le point de rencontre D des

(1) *Coordonnées parallèles et axiales* (Paris, Gauthier-Villars, 1885). Les coordonnées parallèles ont fait également l'objet de recherches de la part du Dr Karl Schwering dont les premiers essais dans cette voie ont précédé mes recherches. Toutefois l'idée même des coordonnées parallèles appartient à Chasles (*Correspondance de Quetelet*, t. VI, p. 81).

droites BM′ et AN′ est, sur le second abaque, le corrélatif de la droite a.

On peut, par ce moyen, *traduire* en quelque sorte un abaque donné en droites isoplèthes pour avoir l'abaque correspondant en points isoplèthes. J'ai eu occasion de faire effectuer cette opération un certain nombre de fois pour des abaques déjà construits, et j'ai pu me rendre compte chaque fois de la supériorité, *au point de vue pratique*, du second abaque sur le premier. Mais il n'est nullement nécessaire, lorsqu'on a reconnu qu'une formule peut donner lieu à un abaque à droites isoplèthes, de construire d'abord celui-ci pour le transformer ensuite en abaque à points isoplèthes. Ce dernier peut être obtenu directement par un procédé fort simple que j'ai donné dans mon livre, mais que je me contente de mentionner ici, attendu qu'il appartient à la catégorie des considérations d'ordre purement mathématique que je me suis efforcé de bannir de cette conférence.

Quant à l'introduction d'une troisième entrée qui, dans le cas des abaques à droites isoplèthes, et lorsqu'elle n'influait que sur l'un des trois systèmes, entraînait la nécessité de recourir à un atlas composé d'autant d'abaques à deux entrées que l'on considérait de valeurs différentes pour la troisième donnée, remarquons qu'elle n'a ici d'autre effet que de faire varier l'échelle courbe correspondant au troisième système. Les positions successives de cette échelle, parfaitement distinctes les unes des autres, pourront être représentées sur une même feuille et désignées par la valeur correspondante de la troisième entrée ; en outre, pour n'avoir pas à chiffrer la graduation de chacune de ces échelles, il suffit de tracer les lignes unissant les points ayant même cote sur chacune d'elles et d'affecter ces lignes de cette cote commune (fig. 8).

On obtient ainsi un abaque composé de deux échelles, droites ou courbes, graduées et de deux systèmes de lignes graduées. Pour s'en servir, on n'a qu'à joindre par

une droite les points correspondant aux deux premières données sur les échelles, de prendre le point de rencontre de cette droite avec l'isoplèthe du premier système, correspondant à la valeur de la troisième donnée et de lire la cote de l'isoplèthe du second système passant par ce point. Cette cote fait connaître la valeur de l'inconnue. Par exemple, sur la fig. 8, pour A=5, B=8, D=10, on a C=26. Tels sont les abaques auxquels j'ai donné le nom-

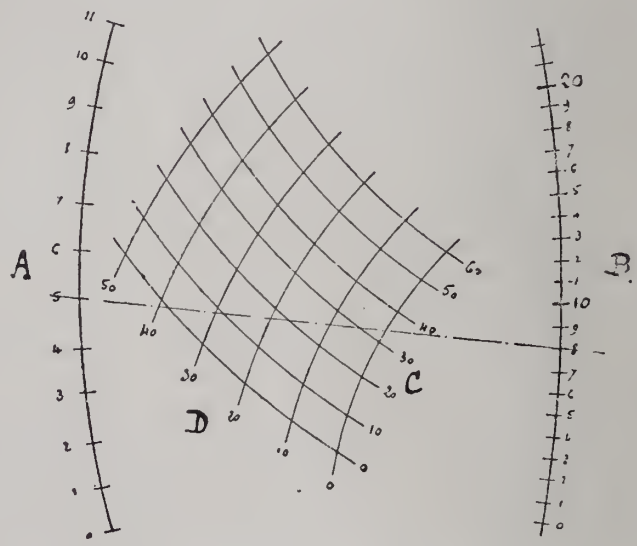


Fig. 8. — Disposition d'un abaque à points doublement isoplèthes.

— qui s'explique par lui-même — d'*abaques à points doublement isoplèthes*.

Est-il besoin de répéter ici encore que, grâce au secours de l'analyse mathématique, on peut aisément faire la détermination directe des diverses courbes qui figurent sur ces abaques?

C'est la méthode en question qui m'a permis notamment

de construire l'abaque de l'équation complète du troisième degré

$$z^3+nz^2+pz+q=0,$$

auquel j'ai fait allusion tout à l'heure.

Sur cet abaque, aux variables p et q correspondent respectivement deux échelles rectilignes parallèles, à la variable n un système de courbes cotées, à la variable z un système de droites cotées parallèles aux deux premières échelles (1). Dès lors, pour des valeurs données de n, p et q, il suffit, pour résoudre l'équation, de tendre une droite entre les points cotés p et q dans les échelles correspondantes et lire les cotes des parallèles à ces échelles passant par les points où cette droite coupe la courbe cotée n.

X

CONCLUSION.

Ici se termine l'exposé de principes que je me proposais de faire. J'ai dû, bien entendu, laisser de côté un grand nombre d'artifices de détail, applicables dans des cas spéciaux, en vue de certaines simplifications, pour ne m'arrêter qu'aux traits généraux, et présenter ainsi la philosophie du sujet.

J'espère être parvenu, tout en faisant ressortir l'intérêt qui s'attache à la notion des abaques et en donnant un aperçu de la façon de s'en servir, à mettre en relief le lien qui rattache à une même idée de principe les différentes catégories d'abaques auxquelles leurs auteurs respectifs étaient parvenus en partant de points de départ tout différents. Je me suis également attaché, tout en laissant systématiquement de côté la théorie purement mathéma-

(1) Cet abaque forme la Pl. VIII de mon livre.

tique, à signaler, chemin faisant, les points principaux pour lesquels cette théorie a à intervenir, de façon à faire au moins pressentir l'objet et l'utilité du corps de doctrine dont, sous le nom de *Nomographie*, j'ai fait, dans mon livre, un exposé à la fois aussi complet et aussi succinct que possible.

La synthèse qui a donné naissance à ce corps de doctrine avait ce double avantage de rendre à peu près intuitifs les divers procédés particuliers de construction d'abaques déjà connus et de permettre de multiplier ceux-ci au fur et à mesure des besoins nouveaux.

Je ferai remarquer à ce propos que l'intérêt qui s'attache à ces constructions d'abaques existe non seulement pour celui qui, en vue des besoins de sa carrière, a fréquemment à recourir à l'emploi d'une certaine formule, mais encore pour celui qui, faisant connaître quelque formule relative à un objet pratique, se propose *à priori* d'en faciliter l'emploi à ceux qui pourront avoir à en faire usage, ne fût-ce que par hasard, en leur fournissant les résultats mêmes auxquels elle conduit pour tous les cas où elle est applicable.

Depuis que la Nomographie a été présentée au public, j'ai eu la très grande satisfaction d'en voir éclore des applications déjà nombreuses dans les branches les plus diverses : navigation, constructions navales, ouvrages métalliques, chemins de fer, finances, etc... J'ai la ferme conviction que c'est là l'origine d'un mouvement qui ne tardera pas à s'accentuer et à s'étendre, et que les hommes techniques, de toute spécialité, auront de plus en plus recours à ces précieux auxiliaires de travail qui s'appellent des abaques. Je m'estimerais fort heureux si j'étais parvenu, par ce que j'ai dit au cours de cette conférence, à faire partager cette conviction à mes auditeurs.

M. D'OCAGNE,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

LA MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM

Fin (1).

II. MÉTHODES ÉLECTRIQUES.

PREMIERS ESSAIS.

Le 26 mars 1852, Bunsen publiait dans les *Annales de Liebig* les résultats que lui avait donnés l'électrolyse du chlorure de magnésium fondu. Au moyen d'une pile de 4 à 6 éléments, il en avait isolé très facilement des masses solides de magnésium du poids de 5 à 7 grammes (2). Cette expérience prépara les voies pour la fabrication industrielle du *métal de l'argile* au moyen de l'électricité.

En 1854, Deville ajouta le chlorure double d'aluminium et de sodium à la liste des chlorures métalliques décomposables par le courant (3). Malgré un grand nombre d'essais variés, ce savant n'avait pu, au moyen de la pile, extraire l'aluminium de ses solutions salines aqueuses. Il essaya alors d'électrolyser un bain, obtenu par fusion ignée

(1) Voir la livraison d'avril 1892, pp. 530 et suiv.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, LXXXII, 137. — *Annales de Chimie et de Physique*, 1852, [3], XXXVI, p. 107, note de A. Wurtz.

(3) *Comptes rendus*, XXXIX, 325, 535, 771, 901.

vers 200°, de deux parties de chlorure d'aluminium et d'une partie de chlorure de sodium. Ce bain est très fluide et assez fixe à la température indiquée. Deville le chauffait dans un creuset de porcelaine vernie. Une lame de platine servait d'électrode négative ; l'électrode positive était un cylindre de charbon placé dans un vase poreux parfaitement sec et rempli de la matière du bain. Le chlorure double n'opposa qu'une faible résistance au courant : deux éléments suffirent même pour amener la décomposition. Il se forma sur la lame de platine une croûte grisâtre d'aluminium mélangé de sel marin. A l'électrode positive il se dégagea du chlore et du chlorure d'aluminium. Pour empêcher celui-ci de se volatiliser en pure perte, Deville ajouta du chlorure de sodium dans le vase poreux. Il se reforma du chlorure double plus fixe, et les fumées diminuèrent.

La poudre métallique, détachée de l'électrode et lavée à l'eau, put être réunie en un seul culot par plusieurs fusions successives dans du chlorure double d'aluminium et de sodium employé comme fondant. Seulement les premières portions du métal réduit étaient cassantes ; elles renfermaient le silicium, le soufre, le fer et les impuretés dont les matériaux employés n'avaient pas été suffisamment purgés.

Le nouveau procédé supprimait l'emploi du sodium ; mais il restait toujours la préparation forcément coûteuse du chlorure double et la production plus coûteuse encore du courant au moyen de la pile. Ce dernier obstacle était infranchissable jadis. Maintenant que l'on obtient l'électricité à bon compte, M. Faure n'a pas craint de reprendre industriellement l'électrolyse du chlorure double d'aluminium et de sodium dont l'emploi semblait définitivement abandonné. Sa méthode a peu de chances de succès. Elle n'offre du reste rien de saillant au point de vue théorique ou pratique.

A la fin de 1855, Deville remarqua que la silice, l'acide

titanique et plusieurs autres substances se dissolvent bien dans les fluorures alcalins fondus à des températures suffisamment élevées, que le mélange est fluide comme de l'eau et se laisse facilement traverser par le courant électrique. Il soumit à l'électrolyse de la silice dissoute au rouge dans un mélange de fluorures de sodium et de potassium. Du silicium libre apparut au pôle négatif.

L'idée lui vint alors d'essayer de même la décomposition de l'alumine, si réfractaire aux agents chimiques. Il obtint un résultat tout différent.

D'abord, le fluorure double alcalin dissout peu d'alumine. Sous l'influence du fluide électrique, du sodium vient brûler au pôle négatif, du fluor apparaît au pôle positif et l'alumine semble rester inaltérée. Celle-ci résiste donc plus que les fluorures alcalins à l'action de la pile et elle n'est pas réductible par les métaux alcalins qu'isole le courant (1).

Il semblait par suite que la méthode électrique de Deville ne sortirait jamais du domaine des recherches spéculatives. Pourtant elle a été reprise; on a essayé d'autres dissolvants fluorés, utilisé des sources d'énergie plus puissantes, appliqué une technique plus parfaite, et l'on peut assurer à présent que l'avenir de l'industrie de l'aluminium est à l'électrolyse ignée d'un mélange d'alumine et de fluorures.

Dans son *Traité d'électrométallurgie*, M. Ponthière ne cite pas moins de cinquante-deux brevets de différents pays, pris la plupart depuis une dizaine d'années, pour l'extraction de l'aluminium. On sait ce que valent trop souvent les brevets d'invention et ceux qui les délivrent. Quoi qu'il en soit, nous n'aurons à décrire qu'un nombre relativement restreint de procédés, si du moins nous nous bornons à ceux qui ont donné de sérieux résultats et qui sont encore en fonctionnement.

(1) *Comptes rendus*, XLI, 1056.

L'électrolyse des composés salins anhydres en fusion est susceptible d'une régularité de marche remarquable. Grâce à certains artifices, elle n'est qu'exceptionnellement contrariée par les réactions secondaires que pourrait subir le produit de la réduction de la part de l'électrolyte, des corps mis en liberté, ou des appareils employés. La densité du courant peut être très forte ; elle n'est limitée que par le pouvoir conducteur des électrodes. L'énergie voltaïque, utilisée sous forme de chaleur, est concentrée dans un petit espace et sert presque toute entière ; car, en raison des faibles dimensions des appareils, les pertes par conductibilité et par rayonnement sont peu considérables. Les refontes, si coûteuses en combustible, ne sont généralement pas nécessaires. Les proportions moins encombrantes des usines diminuent le capital d'installation ; dans bien des cas enfin, l'utilisation d'une chute d'eau réduit encore les dépenses journalières (1). Aussi ne faudrait-il pas s'étonner si les procédés électrolytiques par voie sèche s'étendaient un jour à quelques métaux usuels. Leur application à l'extraction de l'aluminium a montré de combien de façons diverses le courant électrique triomphe de certains composés assez stables pour résister aux méthodes ordinaires de la métallurgie.

Procédé Cowles.

A ce point de vue, le procédé de MM. Cowles frères mérite de fixer l'attention avant tous les autres. Ce procédé, qui réalise la réduction de l'alumine sous l'influence combinée du carbone et de l'arc voltaïque, a été breveté, dès 1885, en Amérique, en France, en Allemagne et en Belgique. Appliqué d'abord aux États-Unis dans l'usine de Cleveland, puis à Lockport, il fut introduit peu après

(1) Éric Gérard, *Leçons sur l'électricité*, 2e éd., t. II, p. 408.

en Angleterre et exploité par la *Cowles Company* à Milton (Stoke-on-Trent), dans le Staffordshire.

En voici le principe :

On introduit dans un creuset de forme spéciale un mélange d'alumine, de charbon et de grenaille du métal, fer ou cuivre, auquel on veut combiner l'aluminium ; le procédé ne fournit en effet que des alliages. Si on fait passer à travers le mélange un courant électrique intense de 3000 ampères avec une force électromotrice de 50 à 60 volts, l'alumine se décompose. L'oxygène s'unit au carbone et se dégage à l'état d'oxyde de carbone, tandis que l'aluminium se combine, avec un peu de silicium réduit, au cuivre ou au fer du bain, pour former un alliage riche.

Il serait intéressant de savoir si la désagrégation de l'alumine est l'effet de la chaleur dégagée par le courant, de l'action électrolytique de ce dernier ou du pouvoir réducteur du carbone.

L'action électrolytique du courant paraît être tout à fait secondaire : dans un essai exécuté à Milton, une machine à courants alternatifs a donné le même rendement en bronze d'aluminium qu'une machine à courant continu.

Il est difficile d'admettre une simple réduction par le carbone d'après l'équation

$$\begin{array}{lll} Al_2O_3 + 3C = & Al_2 + & 3CO, \\ 196{,}3\,\text{cal.} & & 3 \times 29\,\text{cal.} \end{array}$$

attendu que trois molécules d'oxyde de carbone ne dégagent en se formant que 87 calories, quantité de chaleur bien inférieure à celle que développe la formation de l'alumine.

La méthode Cowles utilise plutôt le principe dû à Siemens, du chauffage du creuset par l'électricité. On sait que l'arc voltaïque produit, dans certaines conditions, une quantité de chaleur énorme, qu'il est facile de concen-

trer dans une sphère d'action très réduite. Aussi l'effet immédiat obtenu par le passage du courant dans les fours Cowles ne serait, ni la réduction, ni l'électrolyse, mais la dissociation de l'alumine. L'oxyde de carbone, dont la production ne saurait être niée, ne prendrait naissance que dans les parties les plus froides de l'appareil ; sa formation serait tout simplement la conséquence de la désagrégation de l'alumine, loin d'en être la cause déterminante.

Cette théorie est vraisemblable ; nous ne la formulons pourtant qu'avec la réserve que commandent l'insuffisance des données expérimentales et les divergences de vue des observateurs les plus autorisés.

L'opération s'effectue dans une série de fours rectangulaires (fig. 7), espèces de cuves muraillées en briques réfractaires, ayant 0,80 m. de hauteur, 1,70 m. de grand côté et 0,50 m. de largeur. Pendant la marche, les fours peuvent être fermés au moyen de couvercles *c* en matériaux réfractaires, munis d'ouvreaux O pour la sortie des gaz.

Les deux petites faces du four sont traversées par deux manchons de fonte *m*, inclinés à 30° vers le centre du four et destinés à livrer passage aux électrodes *e*. Chacune de celles-ci compte neuf crayons de charbon à lumière de 0,065 m. de diamètre et d'environ 1 m. de longueur, réunis en faisceaux et sertis par coulage dans une monture de cuivre de manière à garantir le contact. Une vis de commande *v* permet de rapprocher les électrodes opposées ou de les écarter en les retirant dans le manchon de fonte. Ce dispositif a pour but de rendre la résistance aussi peu variable que possible pendant l'opération et d'éviter les à-coups brusques.

Les têtes métalliques des électrodes sont reliées à de gros câbles *a* glissant au moyen de petits chariots sur des rails qui reçoivent le courant de la dynamo. Tous ces conducteurs, faits en cuivre, sont mobiles et articulés de façon

qu'un ouvrier puisse aisément transporter les électrodes d'un four dont la charge est épuisée à un four prêt à être mis en train.

Pour préparer une opération, on couvre le fond du four d'une couche isolante et infusible de charbon C. Dans les premiers fours de Lockport on employait du charbon de bois ordinaire. Sous l'influence de la chaleur intense du fourneau, ce charbon se transformait en graphite, bon conducteur de l'électricité, ce qui causait, non seulement une perte d'énergie, mais encore la destruction des fours. On a surmonté cette difficulté en lavant le

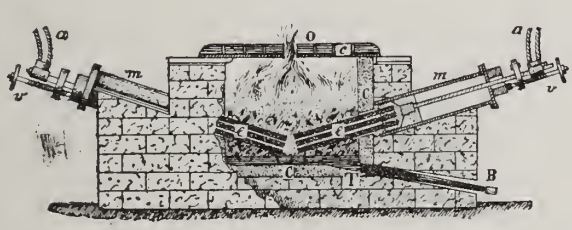


Fig. 7. — Four électrique de Cowles pour la fabrication des alliages d'aluminium.

C, couche isolante en charbon de bois chaulé servant de revêtement intérieur à la maçonnerie en briques réfractaires. — *c*, couvercle de la caisse; il est muni d'ouvertures O pour le dégagement des gaz. — T, trou de coulée que bouche le tampon B. — *e*, faisceaux de crayons en charbon conducteur servant d'électrodes. Au moyen des vis *v*, ils peuvent être retirés dans le manchon *m*; des câbles de cuivre *a* les mettent en communication avec la dynamo.

charbon de bois dans un lait de chaux. Après séchage, chaque particule se trouve ainsi enveloppée d'une couche isolante de chaux.

Les parois du four sont recouvertes de la même façon d'une couche de 8 centimètres d'épaisseur C. Pour faire ce revêtement, on introduit un moule en tôle, échancré à l'endroit où passent les électrodes, et on remplit de charbon chaulé tout l'intervalle compris entre la tôle et la maçonnerie réfractaire. La charge se trouve ainsi comme dans un grand creuset brasqué.

Au moyen des volants *v*, les électrodes sont mises à fond en regard l'une de l'autre et les crayons amenés presque au contact, pour qu'au début du passage du courant la résistance soit faible. Dans le creux de la cuve, on introduit du corindon et du charbon mêlés à du cuivre ou à de la ferraille, suivant que l'on veut obtenir du cupro-aluminium ou du ferro-aluminium.

Le chargement terminé, on retire la tôle avec précaution et on finit le remplissage du fourneau par de la sciure de bois bien sèche. Celle-ci a l'avantage d'être aisément perméable aux gaz et de conduire mal l'électricité. Lentement carbonisée, elle donne de la poudre de charbon qui, après chaulage, servira à faire la brasque du four. On met le couvercle en place, on lute les joints, on établit les contacts et l'opération commence.

Le courant d'une puissante dynamo est lancé à travers la masse. Bientôt les ouvreaux du couvercle O rejettent la vapeur d'eau et l'air contenus dans le four ; puis apparaît l'oxyde de carbone provenant de la réaction. La masse est devenue incandescente. D'une intensité de courant de 3000 ampères on passe au maximum et on maintient la résistance aussi constante que possible jusqu'à la fin de l'opération. A cet effet, un gamin surveille les instruments de mesure et écarte les électrodes, chaque fois que l'ampèremètre accuse une intensité de courant trop grande. Le déplacement graduel des crayons amène successivement toutes les parties de la charge dans la zone de réduction. Généralement, quand la décomposition est terminée, les pointes des électrodes se trouvent écartées de plus d'un mètre. Grâce à leur inclinaison et à leur retrait progressif, elles ont pu être maintenues sans cesse au-dessus du métal en fusion, sans contact avec lui ; le courant a été forcé ainsi de traverser le mélange non encore réduit.

Au bout d'environ deux heures, le circuit est ouvert et la dynamo mise en communication avec un autre four. Les électrodes, ramenées dans leur gaîne métallique, s'y refroidiront à l'abri de l'air.

A l'origine, on laissait l'alliage d'aluminium produit se solidifier au fond du creuset. Actuellement on le retire liquide par un trou de coulée T, bouché pendant l'opération au moyen d'un crayon de charbon B. Il en résulte une grande économie de temps et de main-d'œuvre.

Le cupro-aluminium contient de 18 à 30 p. c. d'aluminium. Il est blanc ou jaunâtre, suivant la teneur plus ou moins forte en aluminium. On le refond avec un poids convenable de cuivre, de façon à obtenir les bronzes jaune d'or commerciaux, possédant les qualités mécaniques requises.

Le titre du ferro-aluminium varie de 5 à 20 p. c. d'aluminium.

La scorie constitue un produit secondaire de grande valeur; c'est du charbon mêlé à une certaine quantité d'alliage. Elle est pulvérisée et rechargée dans le four avec du minerai nouveau.

Les applications industrielles des alliages d'aluminium deviennent nombreuses. Ce fait assure l'avenir des fonderies Cowles, d'autant mieux que les matières premières employées ne doivent pas être dans un parfait état de pureté et que les frais de production sont relativement peu élevés.

« Si l'on se représente, dit M. Ponthière, que, outre la dynamo et le four, l'ensemble de l'installation ne comprend qu'un ampèremètre d'une construction particulièrement simple et robuste, indétériorable, mis en circuit, et un voltmètre de même construction, en dérivation sur les bornes de la dynamo ; que, en dehors du mécanicien de la dynamo, un gamin suffit à la surveillance, on doit reconnaître que cette installation ne le cède pour ainsi dire en rien, comme simplicité, aux installations métallurgiques les moins compliquées » (1).

Malheureusement les opérations sont intermittentes et

(1) Ponthière, *Traité d'électrométallurgie*, 2e éd., p. 276.

n'évitent donc pas les rechauffages des massifs de maçonnerie.

« On pourra sans doute, ajoute le même auteur, réaliser un four continu, sorte de cubilot dont les tuyères seraient remplacées par deux électrodes, et qui serait ainsi, pour employer une expression pittoresque, soufflé à l'électricité. »

A l'usine d'expériences de Cleveland, les installations étaient modestes. On y utilisait un courant de 1500 ampères et de 50 volts produit par une machine de 125 chevaux.

A Lockport, trois dynamos, actionnées par une chute d'eau, fournissent un courant de 3000 ampères et de 60 volts; douze fours y sont en activité. La production journalière monte à 1200 kg. de bronze d'aluminium et à 800 kg. de ferro-aluminium, ce qui correspond, vu la teneur variable des alliages formés, à environ 200 kg. de métal allié.

L'usine de Milton marche avec une dynamo Crompton-Swinburne de 500 chevaux donnant 5000 ampères avec une force électro-motrice de 50 à 60 volts. Elle fabrique par jour 1000 kg. de bronze et 800 kg. de ferro-aluminium, dans douze fourneaux du modèle Crompton (1).

Procédé Crompton.

L'inventeur de ce nom a avantageusement modifié le four Cowles, en y introduisant un gaz combustible. Son but est d'économiser la chaleur voltaïque par le chauffage préalable des matières à traiter. Il prolonge, par le fait même, la durée des électrodes; car l'oxygène provenant de la réduction sert en bonne partie à brûler le jet gazeux et épargne les plaques de charbon aggloméré qui livrent passage au courant.

(1) *La Lumière électrique*, 12 oct. 1889, t. XXXIV, p. 77.

Procédé Wilson.

Poussant cette idée, M. Wilson, ingénieur de la *Wilson Aluminium Company* de Brooklyn, utilise une cathode creuse C suspendue et équilibrée au moyen de contrepoids P, par laquelle il injecte dans le creuset un gaz réducteur, ordinairement du gaz d'éclairage, sous une pression réglable à volonté. Voici comment l'opération est conduite :

On charge le fond du creuset d'une couche de cuivre

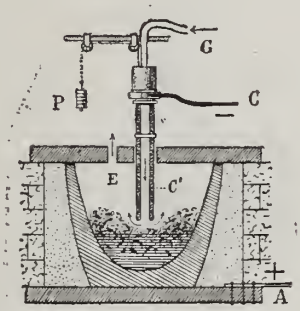


Fig. 8. — Creuset Wilson pour l'extraction de l'aluminium.

Le creuset est en charbon aggloméré, bon conducteur du courant ; il constitue l'anode A ; l'ouverture E ménagée dans le couvercle permet le dégagement des gaz. — Un contrepoids P retient la cathode CC' ; celle-ci est creuse et livre passage au gaz qu'amène le tube G.

en morceaux, on recouvre le métal de la moitié de son poids de corindon ou d'alumine, on lute le couvercle, on abaisse l'électrode jusqu'au contact de la masse, puis on fait passer le courant. L'arc une fois amorcé, le gaz est introduit sous une pression telle qu'il ne sorte pas de *gaz inflammable* par le petit évent E.

La réduction s'effectue avec une grande agitation. L'oxygène se portant vers l'anode A et étant d'ailleurs immédiatement fixé par le gaz d'éclairage, la cathode

suspendue C, vers laquelle se porte le métal, est parfaitement protégée et il ne faut l'abaisser que très peu pour en suivre l'usure. M. Wilson obtient par son procédé des bronzes titrant de 3 à 18 p. c. d'aluminium (1).

Procédé Héroult.

Dans les usines qui exploitent les brevets Héroult on fabrique et l'aluminium pur, et ses alliages.

Les alliages s'obtiennent par la décomposition électrolytique de l'alumine maintenue en fusion par le courant. On emploie, en guise de creuset, une caisse en fonte F (fig. 9) de 1 m. de hauteur et de section carrée à 1,20 m. de côté, électriquement isolée et garnie à l'intérieur de briques *b* en charbon aggloméré cimentées au goudron ou au sirop de sucre. Ce revêtement est réfractaire et conducteur : on y a ménagé un trou de coulée T que ferme un charbon B pressé par un ressort. La caisse et la brasque, faisant fonction de cathode, communiquent avec le pôle négatif de la dynamo par l'intermédiaire de gros câbles en cuivre C. Des bornes multiples fixent ceux-ci sur la caisse. L'anode, formée d'un faisceau de plaques de charbon E, est suspendue au-dessus du creuset; elle peut être abaissée ou soulevée à volonté. Pendant la marche, un mécanisme régulateur, semblable à celui des lampes à arc, la commande même automatiquement, suivant que le courant est trop fort ou trop faible.

Dans l'électrométallurgie, il importe toujours de bien régler la distance des électrodes. En l'exagérant, on augmente inutilement la résistance offerte au courant et par suite la température. En la diminuant trop, on risque de produire un refroidissement du bain et des courts-circuits dangereux pour la conservation des appareils. Les indica-

(1) *La Lumière électrique*, 12 déc. 1891, t. XLII, p. 513.

tions de l'ampèremètre guident, dans ce réglage, le chef fondeur chargé de la surveillance.

Outre l'ouverture centrale de forme carrée qui laisse passer l'électrode positive E, la plaque de graphite G servant de couvercle porte deux ouvertures latérales O que bouchent des plaques de charbon. Elles servent à l'introduction des matières à traiter et au dégagement de l'oxyde de carbone.

Pour la mise en train, on charge le fond du creuset de quelques pelletées de cuivre en morceaux ; on abaisse

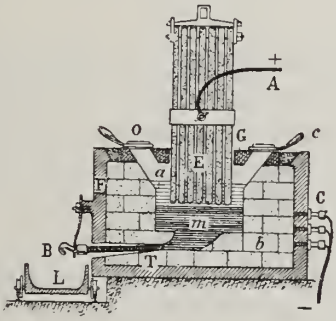


Fig. 9. — Creuset Héroult pour la décomposition électrolytique de l'alumine.

F, caisse en fonte. — *b*, brasque en charbon conducteur servant de cathode. — C, bornes qui relient la cuve au pôle négatif de la dynamo. — E, anode formée de plaques de charbon : celles-ci agissent comme réducteur ; elles reçoivent le courant par le câble A. — G, couvercle en graphite percé d'ouvreaux O. — *c*, charbon de bois. — *a*, couche d'alumine fondue. — *m*, bain d'alliage formé, faisant partie de la cathode. — T, trou de coulée que ferme un tampon de charbon B. — L, wagonnet servant de lingotière.

l'anode et on fait passer le courant, avec une force électromotrice de 16 à 30 volts et un débit de 7000 à 12 000 ampères. Le creuset s'échauffe peu à peu et le cuivre fond. A ce moment, c'est-à-dire au bout d'une dizaine d'heures environ, on charge alternativement du cuivre et de l'alumine. Celle-ci fond bientôt à son tour, devient conductrice et se décompose sous l'effet combiné de la chaleur vol-

taïque et de l'électrolyse. L'oxygène se porte sur les plaques de l'anode E et forme de l'oxyde de carbone qui, grâce à de la poussière d'alumine entraînée, brûle, à la sortie du creuset en O, avec une flamme particulièrement éclatante. L'aluminium se combine au cuivre qui, se trouvant au fond du creuset, sert de cathode, et fournit des bronzes *m* à 20 ou 30 p. c. d'aluminium.

Le four fonctionne sans arrêt pendant des mois. Quand l'anode est complètement brûlée, on la remplace aussi rapidement que possible pour que le bain ne se refroidisse pas. Deux fois par 24 heures on coule l'alliage dans une lingotière L mobile sur rails.

La méthode que nous venons de décrire a été brevetée le 15 avril 1887. Dès le 23 avril de l'année précédente, M. Héroult avait pris un brevet pour la fabrication de l'*aluminium pur* par l'électrolyse de l'alumine dissoute dans la cryolithe en fusion.

Cette électrolyse s'effectue dans une cuve cylindrique en tôle de fer, mesurant 0,60 m. de diamètre et 0,75 m. de hauteur, brasquée au charbon et montée sur châssis isolant. La cuve est assez semblable à celle (fig. 9) qui fournit les alliages ; seulement elle ne se trouve pas dans le circuit du courant de la dynamo et la paroi inférieure laisse passer une pièce de cuivre soigneusement isolée faisant fonction d'électrode négative.

Pour obtenir de l'aluminium pur, il faut évidemment éviter le contact direct de cette cathode en cuivre et du bain métallique. A cet effet, on dame sur le fond, après interposition d'une feuille d'amiante, une couche de charbon assez épaisse.

Le creuset reçoit d'abord une forte charge de cryolithe. Celle-ci est fondue par le courant au bout de deux à trois heures. Elle se fige en partie contre les parois que l'on refroidit au besoin pour mieux les protéger. La partie centrale reste parfaitement fluide et forme le laboratoire

proprement dit. On y verse par petites quantités, à intervalles rapprochés, de la cryolithe en poudre et de l'alumine calcinée. Cette dernière semble fondre aussitôt en se dissolvant dans la cryolithe et se décomposer sous l'action du courant. Aussi a-t-on cru que le fluorure double ne sert que de fondant ; mais nous verrons que son rôle est probablement plus complexe. Tandis que l'oxygène va brûler l'anode, l'aluminium coule au fond. On le recueille une fois par jour.

Procédé Kiliani.

Pour prévenir la rapide destruction des creusets et des électrodes, on a tout intérêt à ne pas dépasser la température requise pour la réduction. Seulement, si on évite de chauffer trop, on s'expose à voir la surface du bain se couvrir de croûtes solides qui entravent la régularité de la marche. La caractéristique du procédé Kiliani consiste à donner à l'électrode positive un mouvement de rotation et de va et vient, en vue précisément d'éviter cet encroûtement. Autre innovation importante au point de vue technique : le creuset, porté sur deux tourillons, bascule à la façon d'un convertisseur. On comprend que le défournement et le nettoyage en sont rendus bien plus faciles.

L'électrode positive du four Kiliani est une lame de charbon aggloméré avec 25 à 30 p. c. de goudron et séché lentement à 150° ; l'électrode négative, couche de graphite aggloméré formant le fond du creuset, reçoit le courant par l'intermédiaire d'un conducteur de cuivre.

Au commencement de l'opération, on verse dans le creuset de la cryolithe en poudre et, après fusion, on y ajoute périodiquement de l'alumine pure. Un creuset de 0,60 m. fournit par ce moyen 20 kg. d'aluminium en 24 heures. Le métal réduit titre de 92,84 à 99,90 p. c. d'aluminium suivant la pureté des appareils et des matières

premières (1). Les produits accessoires qui s'y trouvent sont le fer et le silicium à des doses variant de 0,04 à 3,82 p. c.

Les procédés Héroult et Kiliani ont eu la bonne fortune d'inspirer de la confiance aux capitalistes. Ils sont appliqués dans deux usines d'une très grande importance.

Citons d'abord celle de Froges (Isère), appartenant à la *Société électro-métallurgique française*, au capital provisoire de 650 000 francs. Située sur le ruisseau des Adrets, à 20 km. de Grenoble, cette usine dispose d'une force hydraulique de 800 chevaux développée par une chute d'eau de 180 m. de hauteur. Le courant nécessaire à l'électrolyse est emprunté à deux grandes dynamos Brown, construites dans les ateliers d'Oerlikon en Suisse. Celles-ci ont un débit de 6000 ampères avec une force électromotrice de 20 volts seulement; elle sont commandées par deux turbines de 300 chevaux. La dynamo excitatrice, mue par une turbine de 100 chevaux, donne un courant de 300 ampères et de 65 volts. La turbine auxiliaire fait marcher de plus différents appareils de l'usine.

Dès 1889, les frais spéciaux de l'extraction d'un kg. d'aluminium s'étaient abaissés à 5 francs environ. Mais les frais généraux étaient considérables et montaient à 200 000 fr. par an. Aussi les prix de vente variaient-ils alors de 20 à 30 francs.

M. Kuss, ingénieur des mines, écrivait à cette date :

« Lorsque la fabrication aura reçu tout le développement dont elle est susceptible, la production annuelle atteindra 600 000 kg. ; elle est encore loin de ce chiffre, parce que les débouchés sont trop limités. Alors la part des frais généraux dans le prix de revient ne dépassera pas 3 ou 4 francs; et si l'on réussit, comme il est permis de l'espérer, à diminuer encore les frais spéciaux, l'usine de Froges pourra produire l'aluminium à 6 ou 7 francs le kilogramme » (2).

(1) *La Lumière électrique*, 1er nov. 1890, t. XXXVIII, p. 203.
(2) *Annales des Mines*, 1889, [8], t. XVI, p. 554.

L'usine de Froges en fabrique actuellement environ 600 kg. par jour.

La *Société anonyme pour l'industrie de l'aluminium* exploite également les brevets Héroult et Kiliani aux usines de Neuhausen, en Suisse (1).

Cette Société, au capital de 10 millions, est concessionnaire d'une dérivation de la célèbre chute du Rhin à Schaffhausen. En aval du lac de Constance, les eaux sont claires et leur niveau varie peu, circonstance importante au point de vue du fonctionnement régulier des turbines. La concession donne le droit de tirer du fleuve 20 mc. d'eau par seconde. La hauteur de chute étant de 20 m., cette masse donne une force effective de 4000 chevaux. Jusqu'à présent on n'en utilise que la petite moitié.

La prise d'eau a lieu en amont de la chute dans un canal ouvert de 150 m. de longueur, fermé par un barrage en maçonnerie qui s'avance à un cinquième de la largeur du fleuve. A chaque grande crue, les eaux se déversent par dessus le barrage, car son arête se trouve à la hauteur moyenne des eaux d'été. Au fond de cette espèce de chenal, s'ouvre une conduite en tôle de 8 mm. d'épaisseur, d'un diamètre intérieur de 2,5 m. et de 60 m. de longueur. L'eau pénètre dans la conduite par un râtelier en fer; elle y coule vers l'usine avec une vitesse de 2 m. par seconde. Une forte valve à papillon permet de fermer la conduite.

A l'entrée de l'usine, un tuyau de distribution en tôle C (fig. 10) répartit l'eau entre les différents moteurs. Ce sont trois puissantes turbines T, système Jonval, exécutées par la *Société anonyme des ateliers de constructions mécaniques d'Escher Wyss et Cie*, à Zurich. Deux doivent donner 600 chevaux effectifs chacune, et la troisième 300 chevaux.

(1) Nous empruntons les détails suivants à deux brochures publiées par la Direction : 1. *L'Établissement de la Société anonyme pour l'industrie de l'aluminium, ses produits, leur traitement et leur application; Neuhausen (Suisse)*, Schaffhouse, Brodtmann, 1890. — 2. *Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft; Neuhausen (Rheinfall), Schweiz*, Schaffhausen, Stötzner, 1891.

L'installation de Neuhausen est intéressante à cause de la nécessité où se trouvaient les ingénieurs d'épargner la place. Les dynamos Brown D, commandées par les turbines T, ont leur armature horizontale, montée comme une meule de moulin sur l'axe même des turbines. On supprimait ainsi les transmissions; mais on se mettait aussi dans la nécessité de donner aux turbines une vitesse de rotation considérable et de soulager le pivot qui portait à la fois l'armature de la dynamo, l'axe vertical de la turbine avec toutes ses annexes et la pression de l'eau.

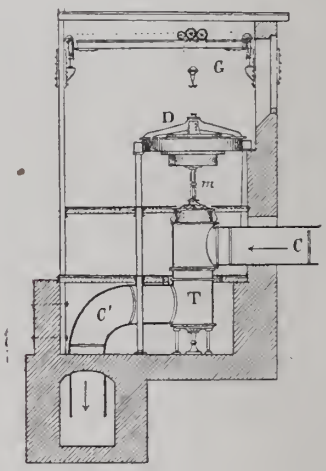


Fig. 10. — Coupe transversale de la salle des machines à l'usine de Neuhausen.

C, canal d'arrivée de l'eau. — C', canal d'écoulement. — T, turbine. — D, dynamo. — *m*, manchon isolateur reliant l'axe de la dynamo à l'axe de la turbine. — G, grue mobile sur rails servant à la mise en place des machines.

D'accord avec le constructeur des dynamos, on adopta pour les turbines une vitesse de 225 tours à la minute. Quant au soulagement des pivots, on l'obtint par un système analogue à celui des turbines de Bellegarde (1).

(1) *La Lumière électrique*, 20 janv. 1883, t. VII, p. 83.

Les deux turbines de 600 chevaux ont 1,10 m. de diamètre ; elles prennent chacune 3150 litres d'eau par seconde. Leur axe traverse les enveloppes de part en part et repose en bas dans une crapaudine accessible de tous côtés. En haut il est réuni directement à l'axe de la dynamo par un manchon isolateur.

Les grandes dynamos sont construites pour marcher normalement à 30 volts et 14 000 ampères, soit 420 kilowatts; on peut, en toute sécurité, porter le rendement à 500 kilowatts. Les machines de Neuhausen représentent un des plus grands types de dynamos à courant constant réalisés jusqu'à présent. Leur anneau, servant de champ magnétique, coulé d'une seule pièce dans la fonderie d'Oerlikon, a un diamètre extérieur de 3,60 m. et pèse, sans les bobines, 12 000 kg. Le collecteur du courant compte 120 lames et mesure 1,80 m. en diamètre. Cette dimension est justifiée par l'intensité énorme du courant dépassant de loin celle atteinte par les plus fortes machines.

La turbine de 300 chevaux a 0,70 m. de diamètre; elle fait 350 tours à la minute. La dynamo que cette turbine commande donne, à 300 tours, 3000 ampères et 65 volts. Son rendement peut aller jusqu'à 250 kilowatts.

Les deux grandes dynamos sont utilisées pour l'extraction de l'aluminium; la petite sert à l'excitation du champ magnétique des deux premières, à l'actionnement de divers moteurs et à l'éclairage.

Certains accidents, survenus en Angleterre et en Amérique dans des usines à aluminium, avaient fait croire que des machines colossales pour l'entretien continuel de fourneaux électriques seraient rapidement détruites. Cependant les machines fonctionnent à Neuhausen nuit et jour depuis plus d'une année, sans qu'il y ait eu aucune interruption grave. Il paraît même qu'elles ont, sans inconvénient, donné pendant un assez long temps, un débit bien supérieur à leur débit normal.

Outre les trois dynamos décrites, la Société de Neuhausen utilise encore la machine de 300 chevaux, portée maintenant à 400 chevaux, établie il y a quelques années sur la chute du Rhin par la *Société métallurgique suisse.*

Avec cette installation, elle pourrait fournir plus de 2 tonnes d'aluminium par jour. Bien qu'en réalité la production soit moindre, elle a considérablement abaissé le prix du métal.

Voici le relevé approximatif du compte de fabrication pour 1 kg. d'aluminium titrant de 98 à 99,5 p. c. de métal :

Alumine :	2,2 kg. à 0,65 fr. .	fr. 1,43
Cryolithe :	0,9 à 0,75 . .	0,68
Charbon d'électrode :	1,6 à 0,35 . .	0,56
Main-d'œuvre et direction		0,56
Force-motrice : 56 chevaux-heure. . . .		0,47
Frais généraux pour 100 tonnes par an . .		0,30
		fr. 4,00 (1)

Les derniers cours de Neuhausen offrent l'aluminium à 6,50 fr. le kg., avec une augmentation de 10 p. c. pour des commandes inférieures à 100 kg. (2). L'usine de Froges a adopté le même prix-courant.

(1) *La Nature,* 20e année, n° 976, 13 fév. 1892, p. 171.

(2) L'administration de la Société suisse a eu l'idée certainement originale d'émettre, à titre d'échantillons, des médailles en aluminium. Un côté représente la célèbre chute du Rhin et porte l'inscription : RHEINFALL B/ SCHAFFHAUSEN. — *Aluminium-fabrik : 4000 pferdekr.* — Au revers on lit : *5 mark per kilo* * *Unter 100 kilo 10 proc. zuschlag* * ALUMINIUM-INDUSTRIE-ACTIEN-GESELLSCHAFT * *Januar 1892* *

Ces médailles ont à peu près les dimensions d'une pièce de 5 francs ; elles ne pèsent que 4,321 gr. et ne renferment pas même pour 3 centimes d'aluminium. M. Kiliani a eu la gracieuseté de nous envoyer quelques-unes de ces pièces, aussi remarquables par leur éclat et leur résistance à la flexion que par la netteté des empreintes et leur surprenante légèreté.

Procédé Minet.

Par la composition de l'électrolyte et le principe de la réduction, le procédé Minet a de grandes analogies avec la méthode brevetée de M. Héroult pour la fabrication de l'*aluminium libre* (voyez p. 96). Il consiste à électrolyser à haute température un bain de fluorure double d'aluminium et de sodium fondu avec du chlorure de sodium et continuellement régénéré par addition d'alumine et de fluorure d'aluminium.

Dans une longue suite d'expériences commencées en 1887, M. Minet s'est attaché à déterminer les meilleures conditions de marche de l'électrolyse des sels d'aluminium fondus, conditions qui se rapportent à la fois à la masse du bain, sa température, sa fluidité, sa densité, son inaltérabilité, sa fixité; aux dimensions des électrodes, à celles de la cuve qui contient le bain; enfin à la nature même des divers organes. Tous les résultats obtenus ont été consignés avec une rigueur vraiment scientifique; ils constituent un magnifique ensemble de données expérimentales indispensables à ceux qui s'occuperont désormais de l'électrométallurgie de l'aluminium (1).

L'électrolyse des sels fondus exige que le bain soit fluide comme un sel en dissolution et assez fixe pour ne pas se dégager à l'état de vapeur pendant l'expérience. Or, le fluorure d'aluminium Al_2F_6 n'est fusible qu'à 800° et son point de fusion est très voisin de son point de volatilisation, c'est-à-dire qu'il passe presque directement de l'état solide à l'état gazeux sans prendre l'état liquide. Le chlorure d'aluminium Al_2Cl_6 présente la même propriété à une température beaucoup plus basse, vers 185°.

(1) Adolphe Minet, *L'Aluminium, fabrication, emploi, alliages*, Paris, Tignol, 1892, p. 154 et suiv. — Voyez aussi : *Comptes rendus*, CX, 342. 1190; — CXI, 603; — CXII, 231. — *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 2e année, n° 24, 30 déc. 1891, p. 812.

Le chlorure double d'aluminium et de sodium Al_2Cl_6, 6NaCl, même en mélange avec un excès de chlorure de sodium, ne vaut guère mieux. Il est volatil, instable, très corrosif et d'un maniement difficile ; il émet d'abondantes vapeurs de chlorure d'aluminium qui se dégagent en pure perte ; il devient pâteux à moins qu'on ne chauffe jusqu'à la fusion du sel marin et qu'on n'en chasse par le fait même la totalité du sel aluminique.

M. Minet a obtenu de meilleurs résultats avec un bain à base de fluorure d'aluminium. Pour le préparer, il fond 40 parties de ce sel avec 60 parties de chlorure de sodium,

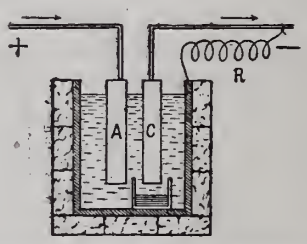


Fig. 11. — Appareil Minet pour l'extraction de l'aluminium.

La cuve en fonte a un revêtement en briques réfractaires. Par l'intermédiaire de la boîte à résistance R, elle est placée en dérivation sur la cathode C. Celle-ci se trouve dans le bain près de l'anode A et au-dessus d'un creuset où se rassemble l'aluminium isolé.

ce qui revient sensiblement aux rapports moléculaires : 12NaCl + Al_2F_6 + 6NaF. Le mélange fond à 675° et commence à émettre des vapeurs à 1056°. A 800°, il est suffisamment fluide pour que l'électrolyse s'opère normalement, et assez peu volatil pour qu'il ne se perde pas en 24 heures plus de 5 à 8 p. c. de la masse totale.

Aussi bien que le bain, le creuset et les électrodes devaient satisfaire à certaines conditions, la pureté du produit à obtenir et la durée des appareils dépendant directement de leur stabilité chimique vis-à-vis de l'électrolyte. Or le charbon seul résiste à l'action corrosive des

fluorures fondus. On l'emploie, pour le montage des cuves, en plaques agglomérées comme les charbons à lumière.

Dans le premier modèle de cuve (fig. 11) imaginé par M. Minet, il sert uniquement pour les électrodes. La cuve elle-même est en fonte. Elle a la forme d'un parallélipipède dont les arêtes ont présenté une longueur variant entre 20 et 40 centimètres suivant l'intensité du courant lancé dans l'électrolyte. Un revêtement en maçonnerie réfractaire empêche le contact des gaz chauds enveloppants; car bien que le courant suffise pour maintenir le bain fluide, on chauffe au coke, à l'effet d'amener la fusion d'abord et de prévenir ensuite le refroidissement par l'air extérieur. Les électrodes sont en charbon. Quand le courant passe, il apparaît à l'anode A du fluor et du fluorure de sodium; à la cathode C, de l'aluminium métallique qu'on recueille dans un petit creuset placé en dessous dans le bain. Une alimentation régulière permet de prévenir l'appauvrissement de l'électrolyte et la déperdition des éléments qui apparaissent à l'électrode positive. La cuve de fonte est placée en dérivation sur l'électrode négative; une boîte de résistance R y laisse passer 5/100 du courant total. Grâce à cet artifice, les parois intérieures de la cuve sont continuellement recouvertes d'une couche d'aluminium très mince qui les protège contre l'action corrosive du bain; aussi la cuve ne cède-t-elle que 2/1000 à 5/1000 de son métal. Les 95/100 du courant qui passent par la cathode agissent utilement pour l'électrolyse.

A la suite de recherches faites de mai à décembre 1890, M. Minet, sans modifier la nature du bain, changea la disposition de la cuve et des électrodes.

La cuve actuellement employée (fig. 12) est en fonte. Elle a conservé sa forme primitive, mais ses dimensions sont plus petites; elle est munie intérieurement d'une garniture de charbon aggloméré faisant fonction d'électrode négative. L'aluminium s'écoule le long des parois en char-

bon au fur et à mesure de sa formation, et se rassemble au fond de la cuve d'où il est extrait par un trou de coulée B. Un appareil ainsi établi fournit une marche continue pendant un temps qui varie entre 20 et 30 jours.

Le relevé des expériences du 11 février et du 10 décembre 1890 montre que la cuve en fonte recouverte intérieurement de charbon et servant de cathode présente des avantages marqués sur la cuve en dérivation. Aussi nous demandons-nous pourquoi M. Minet ne décrit la nouvelle disposition que *pour mémoire* dans son récent travail sur l'aluminium (1).

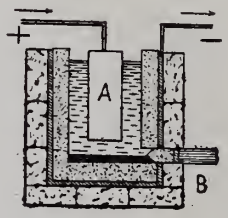


Fig. 12. — Dernier modèle de cuve adopté par M. Minet pour l'électrolyse du fluorure d'aluminium.

La cuve en fonte et son revêtement intérieur en charbon communiquent avec le pôle négatif de la dynamo et servent de cathode. La plaque de charbon A, faisant fonction d'anode, plonge au milieu du bain. Un bouchon en charbon B ferme le trou de coulée ménagé au fond de la cuve.

Lorsqu'on emploie l'alumine du commerce, sans purification préalable, le métal obtenu renferme 2 à 3 p. c. d'impuretés constituées en grande partie par du silicium. Avec des produits exempts de silice, la richesse du métal atteint 99 p. c.

Dans la série des essais continués de 1887 à 1890, l'intensité du courant a oscillé entre 89 et 1500 ampères, et la force électromotrice entre 4 et 6,3 volts. Ces essais ont montré que le poids du métal produit pour une dépense dans les bains d'une quantité d'énergie équiva-

(1) *Loc. cit.*, p. 164.

lente à un cheval-heure est indépendante de la quantité d'électricité qui traverse le bain et qu'elle est *en raison inverse* de la différence de potentiel aux électrodes. M. Minet espère pouvoir encore améliorer le rendement.

Dans l'expérience du 10 décembre 1890, la quantité d'énergie dépensée, dans l'électrolyte, pour la production de 1 kg. d'aluminium, était de 31,3 chevaux-heure; le poids du métal produit pour une dépense d'énergie électrique, dans l'électrolyte, correspondant à un cheval-heure, de 31,9 gr. ; le rendement du système en fonction de la quantité d'électricité, de 58 p. c.

Il paraît que la différence de potentiel peut s'abaisser encore et atteindre un minimum de 4 volts, quelle que soit l'intensité du courant. La dépense, comme force motrice, pour la production de 1 kg. d'aluminium descendrait à 20 chevaux-heure, le poids du métal produit par cheval-heure dépensé dans les bains, serait 52 gr., et le rendement s'élèverait à 70 p. c. au moins et quelquefois à 80 p. c.

D'après M. Hampes (1) les pertes inévitables résulteraient de l'attaque du fluorure en fusion par l'aluminium à l'état naissant, et de la formation d'un sous-fluorure d'aluminium. Quoi qu'il en soit, le rendement augmente avec la dilution du fluorure d'aluminium dans le bain.

Le rendement est presque théorique, lorsque l'appareil est disposé pour la formation d'alliages d'aluminium. Dans ce cas, la garniture intérieure en charbon est supprimée, et la cuve est constituée par un des métaux à allier. L'aluminium à l'état naissant se combine avec le métal de la cuve, et, en raison de cette nouvelle affinité, le sous-fluorure se produit plus difficilement.

Essayé d'abord en 1887, dans une modeste installation, impasse du Moulin-Joli à Paris, le procédé Minet fut

(1) *Comptes rendus*, CXII. 231.

exploité à Creil de 1888 à 1891. On y fabriquait journellement environ 10 kg. d'aluminium pur et 5 à 6 kg. d'aluminium à l'état d'alliage.

La nouvelle méthode ayant fait ses preuves, MM. Bernard frères, propriétaires de l'usine de Creil, songèrent à établir à Saint-Michel, près Modane en Savoie, une usine plus importante et en confièrent la direction à M. Adolphe Minet lui-même.

L'emplacement choisi est dans une situation économique très favorable à cause de la proximité de la voie ferrée, et de la présence d'une force hydraulique considérable. Le cours d'eau utilisé est la Valloirette, petite rivière qui se jette dans l'Arc, à Saint-Michel. Une première dérivation a été faite à 600 m. environ de l'usine. La hauteur de chute étant de 133 m. avec un débit de 3,5 mc. par seconde, on dispose de 6000 chevaux dont 4000 chevaux électriques utiles. Les turbines déjà placées ont une puissance variant entre 300 et 1000 chevaux.

Plus tard, les propriétaires, MM. Chevrant et Bernard frères, comptent établir une nouvelle dérivation à une hauteur de 630 m. au-dessus de l'usine et fournir à d'autres industries la partie des 30 000 chevaux disponibles qui ne sera pas appliquée à l'électrométallurgie.

Procédé Hall.

S'il faut en croire l'inventeur, cette méthode de réduction décompose l'alumine en dissolution dans un fluorure fondu. Imaginée en 1886, elle fut appliquée industriellement vers 1888. Faisant abstraction pour le moment des réactions qui se passent dans le bain, nous nous contenterons de faire remarquer que la cuve et l'électrolyte employés par M. Hall diffèrent très peu de ceux de M. Minet.

La cuve garnie de charbon sert de cathode ; on peut la chauffer extérieurement. Des baguettes de charbon font fonction d'anode. Le bain de fusion est un fluorure double d'aluminium et de calcium Al_2F_6,CaF_2, plus fusible que les fluorures constituants, ou bien un fluorure triple d'aluminium, de sodium et de calcium. L'alimentation se fait au moyen d'un mélange de fluorure et d'oxyde d'aluminium ou simplement d'alumine. D'après M. Hall, le courant décompose l'alumine. De l'oxygène brûle l'anode en donnant du gaz carbonique, tandis que le métal coule le long des parois de la cuve.

Grâce à la densité assez forte du bain, l'aluminium mis en liberté monte au-dessus du bain, au risque de s'y oxyder. Pour empêcher le contact de l'air, on avait d'abord muni le creuset d'un couvercle. Mais bientôt on trouva qu'il était préférable d'abaisser la densité du bain au-dessous de celle de l'aluminium en y ajoutant 66 p. c. de fluorure de lithium ou de potassium. Pendant l'électrolyse la fluidité du bain diminue rapidement et sa résistance augmente ; mais cet inconvénient peut être évité par l'addition de 3 à 4 p. c. de chlorure de calcium que l'on renouvelle souvent à cause de sa volatilité.

Le procédé de Hall est exploité à Patricroft, près Manchester, en Angleterre par *The Metal Reduction Syndicate, Limited*. La *Pittsburg Reduction Co* l'applique également aux États-Unis, près de Pittsburg, dans un district où il se trouve du gaz naturel et du charbon.

L'usine de cette dernière société, vaste construction en fer de 40 m. sur 25 m., est divisée en deux parties : l'une est réservée à ce que l'on voit dans toutes les stations de lumière électrique : chaudières, machines et dynamos ; l'autre contient les cuves à réduction, les fourneaux pour la calcination du minerai d'aluminium, les creusets pour l'affinage des lingots bruts.

Trois moteurs d'une force totale de 525 chevaux action-

nent deux paires de dynamos Westinghouse. Les deux plus grandes, couplées en quantité, font 325 tours par minute et débitent 2500 ampères et 50 volts. Ce courant de 5000 ampères est lancé dans cinq bains montés en tension, par l'intermédiaire de deux barres de cuivre d'une section de 40 cmq. Les deux petites dynamos ne desservent que deux bains. Elles marchent à 1060 tours et donnent un courant de 1000 ampères et de 25 volts. Le système de transmission est le même ; mais les barreaux de cuivre ont une section moindre.

Les sept caisses à réduction se trouvent dans la seconde salle. Elles sont doublées de charbon formant la cathode.

Détail nouveau : les électrodes positives de chacune des caisses sont formées d'une double rangée de larges charbons. Des tiges de cuivre solidement insérées dans les charbons et armées de crampons permettent de les attacher au conducteur et de les remplacer facilement quand ils sont consumés.

A Pittsburg, la production journalière atteint 170 kg. d'aluminium. Le métal, après affinage dans des creusets de graphite, présente, à l'analyse, la composition suivante:

Aluminium	98,52	Cuivre	0,03
Silicium	1,14	Plomb	0,01
Fer	0,05	Sodium	traces.

Les livres de la *Pittsburg Reduction Co* accusent la consommation d'énergie relativement forte de 48 à 50 chevaux-heure par kg. d'aluminium produit.

Ce rendement est inférieur à celui du procédé Minet. Il paraît néanmoins que la Compagnie, grâce sans doute au bon marché du combustible, vient d'abaisser le prix de vente de l'aluminium à 5,50 fr. pour des quantités de 1000 kg. au moins.

Voici quels sont, d'après *La Nature*, les frais de fabrication par kilogramme aux usines de Pittsburg et de Patricroft :

Alumine	2,00 kg. à fr. 0,65	. . . .	fr.	1,30
Charbon	1,400 0,56	. . . .		0,775
Bain	0,375 0,47	. . . .		0,175
Main-d'œuvre et direction		. . . . .		0,56
Force motrice : 48 chevaux-heure		. .		0,40
Frais généraux pour 100 tonnes par an		.		1,39
		Total	fr.	3,60

Une fabrication plus importante diminuerait la main-d'œuvre, les frais généraux et le prix des matières premières qu'on achèterait en plus grandes quantités.

Essai d'une théorie de l'électrolyse des bains a base de fluorures et d'alumine.

Les phénomènes de décomposition que l'alumine dissoute dans les fluorures fondus subit sous l'influence du courant dans les procédés Héroult, Minet et Hall n'ont peut-être pas encore été interprétés d'une manière définitive.

MM. Héroult en 1886 et Hall en 1889 affirment positivement dans leurs brevets que l'alumine est directement réduite par le courant. Les fluorures devraient donc être considérés comme de simples dissolvants physiques.

Jusqu'à présent on n'en a pas fourni de preuve expérimentale concluante. Quand on soumet à l'action du courant la cryolithe ou fluorure double d'aluminium et de sodium, additionnée d'alumine, l'aluminium réduit coule le long de l'électrode négative, et de l'oxyde de carbone apparaît au pôle positif. Sans doute, la formation de ce gaz et la combustion de l'électrode positive de charbon démontrent la mise en liberté d'oxygène par décomposition de l'alumine. Mais cette décomposition est-elle l'effet direct du courant ou le résultat d'actions secondaires?

La permanence des fluorures dans le bain semble de prime abord trancher la question en faveur de la première

hypothèse. Or, d'après un remarquable article publié récemment sans nom d'auteur dans l'*American Engineering and Mining Journal* et dans le *Scientific American Supplement* du 1er août 1891, cette hypothèse ne tient pas devant un examen attentif des faits. M. Minet, dont on ne peut contester l'autorité en cette matière, partage cet avis.

Rien de plus difficile, à coup sûr, que de déterminer *à priori* quel composé sera électrolysé d'abord dans ce mélange complexe de fluorure de sodium, de fluorure d'aluminium et d'alumine. La mesure des conductibilités relatives des composés en présence dans le bain conduit à des conclusions inconciliables avec les données de l'observation. A cause de la température élevée à laquelle on opère, la thermochimie ne peut être d'aucun secours.

Voici la théorie à laquelle a été conduit M. Minet, directeur de l'usine de Saint-Michel, à la suite d'une pratique de plusieurs années et d'une étude aussi soigneuse que possible des réactions chimiques qui accompagnent la décomposition électrique des bains à base de fluorures fondus.

Il fait remarquer d'abord que l'électrolyse marche mal si on alimente les bains avec de l'*alumine seule*. Il affirme ensuite que, si on emploie un mélange d'*alumine* et de *fluorure d'aluminium* à une température n'excédant pas 1100 degrés et avec une force électromotrice maxima de 5 volts, l'électrolyte décomposé le premier et presque exclusivement, de tous ceux qui forment le bain, est le fluorure d'aluminium.

D'après lui, le fluor qui se dégage à l'électrode positive attaque l'alumine en suspension et la transforme en fluorure d'aluminium, tandis que l'oxygène déplacé par le fluor consume l'électrode positive :

$$Al_2O_3 + 6F + 3C = Al_2F_6 + 3CO.$$

L'alumine ne serait donc pas directement électrolysée. On le voit, cette interprétation rend compte, aussi bien que l'autre, du dégagement d'oxyde de carbone ou de gaz carbonique.

Le fluorure d'aluminium formé aux dépens de l'alumine se combinerait aux fluorures alcalins devenus libres, pour donner un fluorure double. Le bain est ainsi régénéré, mais en partie seulement, car il se perd une certaine quantité de fluor.

C'est pour compenser cette perte qu'on doit introduire dans le bain, en même temps que l'alumine, du fluorure d'aluminium. Sans cette précaution, le bain deviendrait pâteux, parce qu'il finirait par ne plus contenir que de l'alumine non décomposée, mêlée aux fluorures alcalins. Sa densité atteindrait rapidement celle de l'aluminium qui viendrait s'oxyder à la surface au risque de compromettre le rendement.

Quelle que soit la valeur de ces vues théoriques, l'alimentation mixte se pratique à Pittsburg en Amérique depuis le mois de novembre 1888, à Froges et à Neuhausen depuis le mois d'avril 1889, et elle a donné à M. Minet les résultats que le lecteur connaît.

L'avenir de l'aluminium.

La description détaillée des propriétés de l'aluminium et de ses alliages étendrait cette étude bien au delà des limites que son titre lui impose. Nous ne pouvons terminer pourtant sans dire quelques mots au sujet du rôle que le *métal de l'argile* semble devoir remplir dans un avenir prochain ; car de l'importance de ce rôle dépend le sort même des procédés métallurgiques que nous venons d'esquisser.

L'aluminium peut être employé, soit libre, soit combiné à l'état d'alliage.

Libre, il se distingue par sa légèreté, sa malléabilité et son prix relativement peu élevé ; il conviendrait pour beaucoup d'objets d'art ou de fantaisie fabriqués jusqu'ici en corne, bois, os, caoutchouc ou métal. On songe à l'employer pour les instruments de chirurgie et les appareils scientifiques, pour les batteries de cuisine et la vaisselle de table.

Depuis le 1er février 1876, un célèbre chimiste, Cl. Winkler, s'est journellement servi d'une cuiller en aluminium pesant alors 25,493 gr. A la date du 12 janvier 1892, soit après 16 ans d'usage, la cuiller avait perdu 5,85 p. c. de son poids. Durant le même laps de temps, la perte était de 5,62 p. c. pour une cuiller en argent de Berlin, et de 8,78 p. c. pour une cuiller en argent. Cette observation, probablement unique en son genre, permet de se faire une idée assez favorable de la durée des objets en aluminium (1).

Il y a pourtant des obstacles à la diffusion rapide du nouveau métal. Le moulage de l'aluminium est fort délicat, son retrait à la fonte montant à 1,8 p. c. ; on peut, il est vrai, éviter les inconvénients qui en résultent. Par contre, grâce à sa grande chaleur spécifique, l'aluminium fondu reste très longtemps liquide, si bien qu'un creuset chauffé au rouge vif et qui en contiendrait 30 kg. peut être laissé hors du four pendant plus d'une demi-heure avant la coulée, sans qu'on ait lieu de craindre que le métal ne rende plus les détails les plus fins des moules.

Travaillé au tour ou à la lime, il émousse les tranchants en les encrassant de menus débris. Ce défaut, qui tient au manque de dureté, se fait moins sentir si on imbibe les outils de benzine ou de pétrole.

Au titre de 99 p. c., l'aluminium se laisse forger et laminer à froid et à chaud. Forgé à froid, il devient plus tenace. Le recuit n'est pas toujours nécessaire et n'exige

(1) *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1891, Heft 3.

jamais une température supérieure à 400°. D'après les expériences de M. Hobbs, l'aluminium se prête beaucoup mieux que le laiton aux procédés usuels d'étirage et d'emboutissage (1). Par malheur, une teneur de 1 à 2 p. c. de fer et de silicium diminue considérablement la malléabilité et la ductilité.

Les qualités commerciales d'aluminium qui renferment seulement 0,50 p. c. d'impuretés perdent leur poli et prennent une teinte plombée au contact de l'eau ou de l'air humide. Aussi s'est-on beaucoup occupé de la dorure et de l'argenture du nouveau métal. Paul Morin, Deville, Mourey et Christofle n'étaient arrivés qu'à des résultats peu satisfaisants. On n'a guère mieux fait qu'eux. Tantôt l'aluminium déposé se redissout, tantôt il est pulvérulent, tantôt il s'écaille, surtout sur les surfaces polies. A l'usine de Neuhausen, on préfère cuivrer les tôles avant de les passer au bain d'or ou d'argent.

La soudure de l'aluminium reste également une opération difficile ; car une fine pellicule d'alumine s'oppose d'ordinaire à la réunion intime des pièces. Avec de grands soins, on peut réussir toutefois, soit par le procédé Mourey, soit par le procédé Bourbouze que décrit M. Minet (2), soit au moyen d'une préparation spéciale qu'on fabrique à Neuhausen, et dont la *Société anonyme pour l'industrie de l'aluminium* tâche de vulgariser l'emploi (3).

On le voit, le travail de l'aluminium exige un outillage spécial, une grande habileté et une longue expérience ; jusqu'à présent, il n'est pas à la portée d'un ouvrier ordinaire.

(1) O. Smith, *Aluminium in the Drawing Press*, American Institute of Mining Engineers, Juli 1890.

(2) Ad. Minet, *L'Aluminium, fabrication, emploi, alliages*, p. 258.

(3) Voyez la brochure : *Aluminium-Industrie-Actien-Gesellschaft, Neuhausen (Rheinfall)*, 1891, p. 5. — *Revue scientifique*, 21 mai 1892, T. XLIX, p. 671.

Mais le métal se prête-t-il aux applications qu'on imagine à plaisir ? Est-il en particulier d'une innocuité parfaite dans les ustensiles qui servent à l'alimentation ?

Ici les avis se partagent.

Les vrais dissolvants de l'aluminium sont l'acide chlorhydrique et les alcalis. L'acide sulfurique et l'acide acétique dilué l'attaquent, quoique très faiblement ; l'acide nitrique le dissout, mais lentement, même quand il est concentré et bouillant. L'hydrogène sulfuré, qui noircit les objets en argent, n'a pas d'action sur lui. L'eau n'est pas décomposée à son contact, pas même à la température du rouge blanc.

Quant aux substances alimentaires, leur action est insensible. Il faut excepter toutefois le sel marin mêlé d'acide acétique.

MM. Le Roy (1), Villon (2), Lübbert et Roscher de Dresde (3) énumèrent plusieurs produits auxquels l'aluminium ne résiste point.

MM. Lunge et E. Schmidt (4) contestent en certains points la valeur de leurs observations. Surtout, ils trouvent les conclusions exagérées, d'accord en cela avec M. G. Rupp, du laboratoire d'essai des substances alimentaires à Carlsruhe. Les résultats obtenus par ce dernier en novembre 1891 montrent que l'aluminium n'abandonne aux boissons et aux aliments que des traces insignifiantes (5).

M. Rupp a opéré sur des bouteilles destinées aux armées en campagne, sur des gobelets et des tôles de 1 mm. d'épaisseur, le métal renfermant :

Aluminium	99,66
Silicium	0,04
Fer	0,30

(1) Communication à la *Société industrielle de Rouen*, juin 1891.

(2) *Revue de Chimie industrielle*, mars 1892.

(3) *Pharmaceutische Centralhalle*, 1891, n° 39.

(4) *Zeitschrift fur angewandte Chemie*, jan., 1892. — *Chemical News*, 4 March, 1892. LXV, 110. — *Moniteur scientifique*, avril 1892, IV, 280.

(5) *Dinglers Journal*, 1891, Bd 283, Heft 1.

Les objets soigneusement nettoyés, séchés à 100°, pesés et mis au contact de la substance à essayer furent gardés à la température ambiante et agités fréquemment durant 4, 8 ou 28 jours. L'expérience terminée, on les pesa de nouveau après lavage à l'eau distillée et refroidissement dans un exsiccateur.

Le tableau ci-joint relève les pertes de poids observées; encore faut-il faire la part de l'usure des objets à la suite de l'agitation et du nettoyage.

Il s'ensuit qu'il ne peut être question de proscrire l'aluminium à cause de ses dangers au point de vue de l'hygiène ; mais il doit être d'une bonne marque et suffisamment pur. Il suffit en effet de faibles quantités de substances étrangères pour modifier considérablement sa résistance aux agents chimiques. Les aliments et les boissons ordinaires contiennent souvent des traces appréciables de composés aluminiques. Ces composés ne constituent pas des poisons, dans le sens ordinaire de ce mot, à la façon des dérivés de l'arsenic, du cuivre, du mercure et du plomb, dont quelques milligrammes peuvent causer des accidents mortels. Pour ressentir les effets nuisibles des sels d'aluminium, il faudrait les ingérer à des doses cent fois plus fortes que celles qui sont régulièrement absorbées par l'estomac (1).

L'aluminium, n'étant pas attaqué par le sang, ni par le pus, convient aussi bien pour les instruments de chirurgie que pour la vaisselle de table. Voyons ce qu'il vaut au point de vue mécanique.

Soumis à la traction, l'aluminium présente une résistance trois fois moindre que celle de l'acier. Sa résistance à la compression est inférieure de 1/6 à celle du fer fondu. Une barre de fer d'une section de 0,025 m. de côté porte un poids de 226,5 kg., tandis qu'une barre semblable en aluminium fléchit de 0,05 m. au moins sous un poids de

(1) G. Lunge. Voyez *Chemical News*, 4 March 1892, p. 110.

État de l'aluminium	Nature de la substance essayée	Durée de l'expérience	Poids de l'objet en aluminium avant l'essai	Poids de l'objet en aluminium après nettoyage et dessiccation à 100°	Perte de poids	Dosage de l'alumine	Aspect du produit essayé après l'expérience
1. Bouteille en aluminium	Vin blanc avec 0,7 % d'acide	8 jours	126,031	126,0302	0,0008	0,0	Clair
2 "	Vin rouge	8 "	126,0302	126,0291	0,0011	0,0	"
3. "	Vin blanc	28 "	126,0291	126,0256	0,0035	Faibles traces	"
4. "	Vin rouge	28 "	126,0256	126,0218	0,0038	" "	"
5. "	Bière	4 "	126,0218	126,0216	0,0002	0,0	Faiblement troublé
6. "	Kirsch	8 "	108,210	108,2099	0,0001	0,0	Clair
7. "	Cognac	8 "	108,2099	108,2097	0,0002	0,0	"
8. "	Café (20 gr. de café avec 200 cmc. d'eau)	8 "	126,0216	126,0210	0,0006	Faibles traces	Faiblement troublé
9. "	Thé	8 "	126,0210	126,0204	0,0006	" "	" "
10. Gobelet en aluminium	Lait	4 "	55,798	55,7977	0,0003	0,0	Caillé et acide
11. "	Beurre	8 "	55,7977	55,7975	0,0002	0,0	Rance
12. Tôle d'aluminium	Miel	8 "	3,8715	3,8714	0,0001	0,0	Inaltéré
13. "	Confitures	8 "	3,170	3,170	0,0	0,0	"
14. "	Eau potable (dureté 14°)	8 "	1,879	1,879	0,0	0,0	Clair
15. "	Eau potable (à l'ébullition)	1/2 heure	1,879	1,8789	0'0001	0,0	"
16. "	1 % acide tartrique	8 jours	3,872	3,8715	0,0005	Faibles traces	"
17. "	1 % acide tannique	8 "	3,170	3,170	0,0	0,0	"
18. "	1 % acide acétique	8 "	3,789	3,789	0,0	0,0	"
19. "	4 % "	8 "	3,789	3,7886	0,0004	Faibles traces	"
20. "	10 % "	8 "	1,8788	1,8787	0,0001	" "	"
21. Tôle d'alum. finement râpée	10 % ac. acét. 100 part.	8 "	1,001	0,9982	0,0028	0,0021 Alumin.	"
22. Tôle	5 % acide borique	4 "	3,170	3,1699	0,0001	0,0	"
23. "	5 % acide phénique	8 "	2,518	2,518	0,0	0,0	"
24. "	5 % acide salicylique	8 "	3,7886	3,7885	0,0001	0,0	"
25. "	1 % sel de soude en solution	8 "	2,172	2,157	0,0150	0,0138 Alumin.	Faiblement troublé

103,25 kg. L'élasticité de l'aluminium n'atteint que la moitié de celle de la fonte et le tiers de celle de l'acier. Nous empruntons ces données aux études de M. Hunt, président de la *Pittsburg Reduction Company*. Cet ingénieur de talent ne croit pas que l'aluminium pur serve jamais dans la construction ; mais il reconnaît qu'à l'état d'alliage le nouveau métal possède des qualités précieuses (1).

L'aluminium s'unit facilement à un grand nombre de métaux ; ses alliages avec le cuivre sont les plus remarquables.

L'addition de 2 à 8 p. c. de cuivre augmente de beaucoup la rigidité de l'aluminium, comme le démontrent les expériences faites par M. le capitaine Julien au parc aérostatique de Chalais-Meudon (2). Les alliages légers de cuivre-aluminium seront donc généralement préférés à l'aluminium pur dans la construction des machines. Les alliages lourds, les bronzes et les laitons d'aluminium, auront peut-être bientôt l'importance des alliages couramment employés dans les arts.

On désigne sous le nom de bronzes d'aluminium toute une série d'alliages à base de cuivre et renfermant de 3 à 10 p. c. d'aluminium. La couleur des bronzes, leur densité, leur fusibilité et leur dureté surtout, dépendent de leur richesse en métal léger. Aussi les fait-on au titre qui convient le mieux pour le but qu'on se propose. Ces bronzes s'oxydent difficilement, ils paraissent résister, mieux que le métal delta et les bronzes phosphoreux, aux divers dissolvants et en particulier aux solutions alcalines. Le prix des lingots bruts coulés à Neuhausen varie de 2,20 fr. à 2,80 fr. le kilogramme.

(1) Alfred Hunt, *Aluminium : its Manufacture and Uses from an Engineering Standpunt*, JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE, April 1892.
(2) *La Lumière électrique*, 21 mars 1891, t. XXXIX, 556.

D'après les expériences de M. André Le Châtelier (1) l'aluminium incorporé au cuivre depuis 0 à 10 p. c. fournit une série de bronzes de plus en plus résistants à la rupture. MM. Héroult, Minet, Cowles, Ponthière, Edw. Self et nombre d'autres expérimentateurs ont vérifié le fait sur des alliages des provenances les plus diverses (2).

Les laitons d'aluminium diffèrent des bronzes par la présence d'environ 30 p. c. de zinc. Leur teneur en aluminium varie de 1 à 3 p. c. ; elle ne doit jamais dépasser 2 p. c. pour des laitons renfermant 40 p. c. de zinc, car un excès d'aluminium rend l'alliage dur et cassant, à mesure que la quantité de zinc augmente. Le kilogramme coûte de 1,75 fr. à 2,15 fr. suivant le titre de l'alliage.

Les laitons d'aluminium ont des propriétés remarquables qu'on peut faire varier dans des limites très étendues en modifiant leur composition. Ils sont moins malléables que l'aluminium pur, mais plus rigides, plus résistants et plus durs. On peut, avec avantage, les substituer dans une foule de cas aux bronzes ordinaires, au fer et à l'acier.

Depuis que des procédés nouveaux ont abaissé le prix de l'aluminium, on a employé ce métal au suraffinage des fers et de l'acier, au sortir du convertisseur ou du four à sole. Ajouté à l'acier à la dose de trois millièmes au plus, l'aluminium réduit les restes d'oxyde de fer avec plus d'énergie que le silicium et le manganèse généralement employés. Vu les quantités si petites exigées par ce raffinage, on n'est pas exposé à introduire dans l'acier un corps étranger en proportion assez forte pour altérer ses propriétés. Le réducteur s'élimine par oxydation, presque en totalité. Si l'on veut, il n'en reste, à l'état d'aluminium allié, que des traces qui souvent échappent à l'analyse. La pré-

(1) *Comptes rendus*, CIX, 24.

(2) *Moniteur scientifique*, janv. 1892, [4], IV, 39. — Ad. Minet, *L'Aluminium, fabrication, emplois, alliages*, pp. 172 et suiv.

sence d'un peu d'aluminium augmente d'ailleurs la fluidité de l'acier et elle prévient la production des soufflures, par un mécanisme au sujet duquel les métallurgistes sont loin de s'être mis d'accord. M. Le Verrier, professeur au Conservatoire des arts et métiers, à Paris, croit que l'emploi de l'aluminium est appelé à se généraliser pour le traitement de toutes les variétés d'acier (1).

Malgré le développement si complet et si prompt des méthodes d'extraction électrochimique de l'aluminium et le nombre d'applications réussies que ce court aperçu n'a fait qu'effleurer, les débouchés actuels ne suffisent pas et la nouvelle industrie souffre des hésitations propres à toute période de tâtonnements et d'essais. Quelques savants, assez rares d'ailleurs, ne trouvent au métal que des qualités médiocres et beaucoup de défauts. D'autres le proclament propre à tous usages ; à les entendre, il remplacera le fer et l'acier dans un bref délai, et le XXe siècle sera *le siècle de l'aluminium*.

L'aluminium ne mérite ni ce discrédit absolu, ni cette faveur exagérée.

Si le fer se recommande par sa dureté, sa ténacité et son élasticité, par sa production facile et son bon marché ; si ces avantages réunis lui assurent, pour toujours peut-être, le premier rang dans l'industrie et les arts ; l'aluminium n'y restera pas à l'arrière-plan. Maintenant qu'on l'obtient couramment en grandes masses et à prix réduit, les propriétés dont il jouit en propre et celles qu'à faible dose il communique à d'autres métaux, semblent devoir vulgariser son emploi pour les applications qui, outre les principales qualités de l'acier, exigent une inaltérabilité plus parfaite et une grande légèreté.

Fr. Dierckx, S. J.

(1) *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 2e année, n° 18, 30 sept. 1891, p. 593. — Voyez aussi : Hillairet, *L'Avenir de l'électricité*, Revue scientifique, 20 fév. 1892, t. XLIX, p. 228.

A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS

La cinquième session des congrès géologiques internationaux qui se tiennent tous les trois ans devait avoir lieu en 1891 à Washington. Un grand nombre d'Européens, voulant profiter de cette occasion de visiter l'Amérique, s'étaient décidés à traverser l'Atlantique. Il faut le reconnaître d'ailleurs, un programme alléchant avait été dressé, bien fait pour vaincre les dernières hésitations des amateurs de lointaines excursions. Comment ne pas se laisser tenter lorsqu'on vous fait miroiter devant les yeux les noms magiques de Montagnes-Rocheuses, Grand Lac salé, Parc National, Grand Cañon du Colorado, etc., etc.? Rien d'étonnant donc de voir le 2 septembre 1891, après la clôture du Congrès, 97 excursionnistes, dont plusieurs dames, réunis à Washington dans la gare du B. and O. Railway. D'après le programme de l'excursion, il ne s'agissait rien moins que d'un trajet de plus de 12 000 kilomètres à faire en cinq semaines à travers les plaines, les montagnes et les déserts. Il y avait donc de nombreuses difficultés à vaincre dans l'organisation de cette vaste excursion, mais les Américains y avaient pourvu avec ce génie éminemment pratique et cette recherche du confortable qui les distingue.

Dans la gare nous attendait un « solid vestibuled train », comme on les appelle là-bas, composé de quatre wagons-lits Pullman, d'un wagon restaurant et d'un wagon renfermant salle de correspondance, fumoir et salon de coiffure. Ce train ne devait pas nous quitter pendant toute la durée du voyage. Dans les déserts comme dans les grandes villes, il devait s'arrêter partout où il y avait quelque chose à voir, et nous y revenions manger et loger. C'était donc pour nous un véritable hôtel roulant très confortable et réalisant dans les limites actuelles du possible la conception d'une maison à vapeur telle que l'a décrite la féconde imagination de Jules Verne.

Les lecteurs de cette *Revue* n'attendent pas sans doute de moi une description complète des pays et des villes que nous avons traversés. C'est là une tâche qui serait au-dessus de mes moyens, et qui d'ailleurs a été menée à bonne fin par des plumes autorisées. Elles ont en outre fait connaître les traits si caractéristiques du peuple américain ainsi que le prodigieux développement dont il donne actuellement le spectacle.

En présence de l'immense trajet à parcourir et du peu de temps dont nous disposions, nous ne pouvions guère nous livrer à des études de détail ; aussi le programme de l'excursion était-il disposé uniquement de façon à nous donner une idée générale de la structure physique des États-Unis, des rapports de cette structure avec la nature du sol, et enfin des principales sources de la richesse minérale du pays. Ce sont ces points, qui se rapportent plus spécialement au cadre de mes études, que je toucherai dans cet exposé.

Nulle contrée d'ailleurs ne convient mieux que l'Amérique à une rapide étude de géographie physique. Tandis qu'en Europe, par exemple, chaque pays se compose en réalité de régions physiques nombreuses et peu étendues, à tel point que dans cette variété il est difficile de reconnaître des traits généraux, il n'en est pas de même en

Amérique. Là tout semble avoir été fait suivant un plan grandiose en même temps que très simple. Les chaînes de montagnes se poursuivent sur des longueurs inusitées avec une rectitude de direction remarquable ; il en est de même des régions qu'elles délimitent. Cette simplicité et cette grandeur se retrouvent jusque dans les plus petites divisions que l'on peut établir, et c'est là un fait qui frappe dès l'abord les personnes les moins prévenues.

Nous étions donc partis le 2 septembre de Washington, comme je l'ai dit plus haut, en suivant la ligne de chemin de fer Baltimore-et-Ohio, la plus ancienne des lignes du Nouveau-Monde, puisque les travaux ont commencé en 1828. Elle coupe transversalement la chaîne des Appalaches et une longue zone comprise entre cette chaîne et l'Atlantique, dans laquelle se trouvent les États les plus peuplés et les plus anciennement connus. Dans cette zone, les géographes américains ont reconnu l'existence de quatre divisions que nous devions traverser de l'est à l'ouest.

Si l'on jette les yeux sur une carte des États-Unis, on remarque au bord de la mer une région basse, entrecoupée de lagunes et de grands estuaires soumis à la marée, notamment ceux des rivières Chesapeake, Delaware, Potomac. C'est la plaine côtière (Coastal Plain), à la limite de laquelle se trouve Washington. En remontant les fleuves qui la traversent, on trouve sur tous, à une certaine distance, une cascade. Si l'on réunit par une ligne toutes ces cascades, on trace du même coup la limite orientale de la seconde région, la plaine Piedmont. C'est la première que nous ayons vue, et on la traverse dans le Maryland sur plus de 60 kilomètres. Le sous-sol de cette région est constitué par des roches éruptives ou cristallines ; par suite de l'érosion, ces roches prennent des formes arrondies, qui donnent aux collines l'aspect de bosses surbaissées, recouvertes de rares bosquets et de prairies maigres. La végétation à ce moment de l'année est tellement brûlée du soleil et si clairsemée que l'on voit le sol au

travers; ce sol, formé des produits de la décomposition des roches cristallines, est rouge ou jaune d'un éclat très fatigant à l'œil ; aussi l'aspect du pays n'est pas très réjouissant, et ce n'est qu'en avançant vers l'ouest qu'il devient un peu plus animé. A Dickerson, une colline isolée de grès, portant le nom typique de Pain-de-Sucre, domine la contrée. Un peu plus loin, dans la vallée de Frederick, le calcaire apparaît, et par conséquent le terrain devient plus fertile et plus riant. On commence à apercevoir à l'ouest des sommets estompés par une brume bleuâtre; nous comprenons pourquoi l'on a donné à cette nouvelle région le nom de Chaîne Bleue (Blue Ridge). Cette chaîne peut se suivre sur une grande distance, mais elle est très étroite et on l'a rapidement traversée; néanmoins, après que l'on a passé quelque temps sous le climat tropical de Washington, ce n'est pas sans satisfaction que l'on retrouve l'ombre et la fraîcheur des montagnes. Le paysage devient d'ailleurs vraiment beau, surtout lorsque, quittant la chaîne, on débouche à Harper's Ferry dans la quatrième région naturelle, la vallée appalachienne. Juste à cet endroit le Potomac reçoit les eaux d'un de ses plus importants affluents, la Shenandoah, puis pénètre dans la chaîne par un étroit défilé, dominé des deux côtés par des rochers à pic montrant les bancs de grès et d'ardoises contournés qui constituent la Chaîne Bleue. La vallée appalachienne constitue une dépression très continue séparant les Appalaches de la Chaîne Bleue. Elle doit son origine à une érosion chimique. Son sol est occupé en effet par des calcaires qui, se dissolvant constamment, ont donné naissance à une dépression qui se creusait de plus en plus, tandis que les Appalaches et la Chaîne Bleue, composés de roches insolubles, schiste et grès, restaient en saillie. On trouve en Belgique, dans le Condroz, un exemple frappant des mêmes phénomènes. On y voit une série de rides parallèles formées de roches quartzo-schisteuses dominant des dépressions occupées par

le calcaire. Comme en Belgique aussi, le sol de la vallée appalachienne est très fertile, et on y trouve quantité de crevasses ou de grottes où s'engouffrent les rivières (grotte de Luray en Virginie).

A North-Mountain on pénètre enfin dans les Appalaches, qui présentent pour les géologues un intérêt spécial ; car leur structure est depuis longtemps classique à la suite des beaux travaux des géologues américains. Elles se composent d'une série de voûtes et de bassins dont les flancs sont très raides du côté de l'O. et peu inclinés vers l'Atlantique. Les roches dures restent en saillie, tandis que les roches tendres enlevées par érosion donnent naissance à des vallées. — A partir de Hancock commence la partie réellement pittoresque de la route. Pendant 80 km. la ligne suit le Potomac, qui coupe diagonalement les plis qui constituent la chaîne. La pente devient considérable (20 mm. par mètre) ; et dans le but d'éviter les tranchées et les tunnels qui répugnent si fort aux ingénieurs américains, la voie épouse toutes les sinuosités de la vallée, ce qui produit des courbes bien faites pour stupéfier des Européens. Jadis il y avait là des courbes de 90 et 100 m. de rayon, et encore aujourd'hui il en est d'un rayon de 150 m. Aussi il est bon de rester sur son banc si l'on ne veut faire rude connaissance avec les parois du wagon. Très heureusement on oublie aisément les petits inconvénients du railway, car le paysage est splendide. Par moment on se croirait dans la vallée de la Meuse dont les proportions se seraient agrandies : c'est le même aspect des roches, la même végétation, et, comme sur la Meuse, la rivière traverse tantôt des rides, tantôt des dépressions. Une dernière montée nous mène sur un vaste plateau, où la ville de Cumberland étale ses industrieux établissements. Nous sommes en effet sur un des prolongements du fameux bassin houiller de la Pensylvanie, et ici passe la célèbre couche de Pittsburg renfermant de 15 à 20 pieds d'un charbon presque pur.

Après s'être reposée en courant pendant quelque temps encore sur le plateau, la ligne recommence à grimper et on pénètre dans la Virginie occidentale.

A Altamont la ligne atteint son point culminant, à 800 m. d'altitude, et l'on entre dans le bassin du Mississipi. La contrée présente une série de croupes arrondies couvertes de beaux gazons et de belles forêts, où pendant l'été les citoyens de Baltimore et de Washington viennent chercher un refuge contre les ardeurs d'un soleil caniculaire. La descente s'opère aussi rapide que l'avait été la montée, et on atteint bientôt la rivière Cheat, après avoir traversé le dernier grand pli des Appalaches. A Rowlesburg commence une des parties les plus sauvages de tout le voyage. La ligne abandonne la rivière et commence à grimper sur la paroi de la gorge le long d'un gradin taillé à flanc de coteau. Au bout de quelques kilomètres, le spectacle devient superbe ; tandis que dans le fond la rivière s'abaisse de plus en plus, nous nous rapprochons progressivement de la crête. Derrière nous se déroule, comme un immense serpent enveloppant dans ses replis les sinuosités de la gorge, la route que nous venons de parcourir. Depuis le sommet jusqu'au fond, une forêt inextricable couvre tout et cache la rivière elle-même. A un moment donné, la voie surplombe un précipice à pic de 500 pieds, et l'on voit le bout des billes se projeter au dehors. C'est grandiose, mais rien moins que rassurant.

Après avoir atteint la crête, la descente recommence et l'on traverse plusieurs bassins houillers ; et au moment où la nuit commence à tomber, la route se poursuit entre une double rangée de fours à coke dont les flammes blafardes donnent au paysage un aspect étrange. Un peu plus tard dans la soirée, nous traversons à Mannington un bassin à pétrole découvert en 1889. C'est un spectacle fantastique de voir, au milieu d'une profonde obscurité, des flammes énormes étagées sur les deux flancs de la vallée. Partout, dans la ville, dans les champs, dans les prairies mêmes,

des tuyaux, répartis avec une prodigalité inouïe et sans souci de l'avenir, projettent sans ajutage aucun de longues flammes à la façon de torchères agitées par le vent. Le pétrole provenant de ce bassin est conduit directement à Philadelphie par un tuyau (pipe-line), quoique la distance à vol d'oiseau soit bien supérieure à 400 kilomètres.

Pendant la nuit nous avons pénétré dans l'État d'Ohio, après avoir traversé les derniers contreforts des Appalaches. Au matin nous étions dans une région uniformément plate, sous laquelle se trouve le riche bassin à gaz et à pétrole d'Ohio. Le pays est perforé comme une écumoire par d'innombrables sondages, grâce auxquels on peut aisément se rendre compte des conditions sous lesquelles le pétrole s'accumule souterrainement. A une certaine profondeur sous le sol, on trouve une assise épaisse de schistes complètement imperméables formant une voûte gigantesque. Sous cette voûte gît un calcaire poreux silurien dans lequel le pétrole et le gaz se sont amassés, protégés par le manteau de schistes supérieurs. Ce pétrole est en communication avec des réservoirs d'eaux souterraines qui, appuyant sur lui, y développent une pression qui atteint parfois 30 atmosphères. Les trois matières que l'on trouve toujours ensemble dans ces gisements, le gaz, le pétrole, l'eau salée, sont rangées suivant leur ordre de densité : le gaz au sommet du calcaire, le pétrole ensuite, puis tout en bas l'eau salée. Suivant que les puits sont disposés sur le flanc de la voûte de calcaire, ils donnent l'une ou l'autre de ces matières. Les plus favorablement situés sont ceux qui se trouvent vers le sommet de la nappe de pétrole. C'est un spectacle curieux de voir l'aspect actuel de ce pays, uniformément plat et où rien ne semble annoncer les richesses souterraines : de tous côtés on ne voit que d'énormes échafaudages en bois surmontant les puits et se dressant au milieu des arbres et des prairies.

A Bloomdale, nous avons visité un puits artésien à gaz

nouvellement foré jusque 300 mètres de profondeur. En notre présence, on ouvre le robinet de la conduite de gaz. Celui-ci s'échappe alors librement avec un sifflement tellement aigu que nous sommes contraints de nous boucher les oreilles. On approche du feu et le gaz s'enflamme avec un bruit de tonnerre, en dégageant une flamme de plus de 7 m. dont la chaleur nous fait reculer précipitamment. La pression du gaz est de plus de 22 atmosphères, et le puits produit plus de 100 000 mètres cubes par jour. Le gaz doit être, paraît-il, conduit à Détroit, à 200 km. de là.

Remontés sur le train, nous filons à toute vapeur vers Chicago à travers l'État d'Ohio puis celui d'Indiana. Le paysage nous semble bien monotone, surtout après les scènes grandioses des Appalaches. Ici nous sommes en plein dans une des régions à dépôts glaciaires les plus étendues du monde. Tout le pays disparaît sous une épaisse couche de cailloux empâtés dans l'argile, jadis charriés par les glaciers. Retenue par cette argile, l'eau s'amasse partout en petits lacs si caractéristiques des formations glaciaires. De toutes parts s'avancent des collines de cailloux simulant des jetées et se terminant brusquement: ce sont les moraines abandonnées par les glaciers.

En approchant de l'Illinois, le terrain devient un peu plus riant, et bientôt on commence à apercevoir les dunes qui bordent le lac Michigan. Lorsque l'on est au milieu de ces dunes de sable, on se croirait au bord de la mer du Nord. Par des échappées entre les collines, on aperçoit jusqu'aux limites de l'horizon une belle nappe d'eau et les longs panaches de fumée des steamers. Contre le rivage viennent déferler de grandes vagues. En un mot, l'illusion est complète, et l'on se croirait vraiment en présence d'une mer.

Après une courte halte consacrée à visiter Chicago, nous avons poursuivi notre route à travers l'Illinois, puis le Wisconsin. Cette fois nous sommes dans un des pays les plus productifs de l'Amérique. A perte de vue on ne

voit que prairies ou champs fertiles et de riantes habitations en bois. Il y a là un spectacle bien propre à exciter l'admiration des économistes et des agriculteurs; mais je dois dire que les géologues maugréent un peu. Pour eux, ces immenses surfaces planes auxquelles on a donné le nom de *Prairies* ne présentent guère d'intérêt, et c'est sans trop de regret qu'ils voient la nuit arriver.

Le lendemain, au moment du réveil, nous constatons avec plaisir que nous sommes au bord du Mississipi, et ce n'est pas sans émotion que nous admirons pour la première fois le *Père des eaux* et que nous reconnaissons qu'il est bien digne de sa réputation. Quoique loin de son embouchure, il présente une masse d'eau imposante couverte d'énormes trains de bois et coulant entre deux rives fort élevées. Vu surtout par un beau lever de soleil, c'est un spectacle que nous goûtons d'autant plus que la journée précédente s'est passée dans d'interminables plaines. Toujours remontant le cours du fleuve, nous arrivons à un endroit où, s'élargissant considérablement, il prend le nom de lac Pepin; puis nous atteignons les deux Villes-Jumelles (Twin-Cities), Minneapolis et Saint-Paul, capitales du Minnesota, et dont nous avons gardé le plus gracieux souvenir. L'aimable réception que nous ont faite les citoyens de ces deux villes n'est pas étrangère à ce sentiment; mais les deux villes ont en elles-mêmes assez de causes d'attraction. Saint-Paul surtout est une des plus belles cités que nous ayons vues. Elle étale coquettement ses maisons d'un beau rouge et ses nombreux édifices sur les collines qui bordent la rive gauche du Mississipi. Un pont très bizarre incliné part du bas de la ville et va par-dessus le fleuve rejoindre la crête du flanc droit de la vallée. Minneapolis est dans une position moins pittoresque, au centre d'une vaste plaine. C'est là que le Mississipi cesse d'être navigable à cause des chutes de Saint-Antoine. Aujourd'hui on ne peut plus même voir ces cascades, car elles sont entourées de

moulins à farine gigantesques, les plus grands qui existent, et qui empruntent à la cascade une partie de leur force motrice. Les chutes doivent leur origine à une disposition de terrain en tout semblable à celle que nous aurons l'occasion d'étudier plus en détail au Niagara.

Entre les deux villes, le Mississipi traverse une gorge profonde de plus de 60 mètres entre des parois calcaires à pic. En haut, dominant la vallée, on voit les bâtiments du vieux fort Snelling, qui eut son heure de célébrité à l'époque des guerres indiennes. Dans la vallée se trouvent les petites chutes de Minnehaha, formées par un mince affluent du Mississipi. Elles sont fort fréquentées par les citizens (citoyens) des Villes-Jumelles et empruntent leur plus grand charme à la fraîcheur du paysage qui les entoure.

Pendant la soirée et la nuit suivante, nous avons traversé sans nous arrêter le Minnesota et une partie du Dacota Nord, dont les riches plaines ont été ouvertes à la colonisation par le Northen Pacific Railway, inauguré il y a une douzaine d'années. Dans la matinée du quatrième jour, notre train spécial passait à Bismarck, la jeune capitale du Dacota Nord, et quelques instants après traversait le Missouri sur un beau pont de fer. A cette saison le Missouri est loin de présenter l'aspect majestueux du Mississipi. C'est à grand' peine que ses eaux bourbeuses, coulant dans d'étroits chenaux, parviennent à remplir le tiers de son lit. Sur la rive droite du fleuve se trouve la station de Mandan, magasin de curiosités indiennes, dont le nom rappelle seul le souvenir d'une des plus valeureuses tribus, les Mandans, dont les maladies et l'alcool ont fait disparaître jusqu'au dernier représentant.

Dès qu'on a traversé le Missouri, il semble que, par un coup de baguette magique, on ait été transporté à des centaines de lieues de distance. On entre d'ailleurs du même coup dans une nouvelle région physique des États-Unis, à laquelle les géographes américains donnent le nom de « Grandes Plaines. » Elles se composent d'une série de

vastes plateaux arides d'altitude moyenne, fortement creusés par les cours d'eau qui les traversent en descendant des montagnes. On peut les retrouver sur des centaines de kilomètres de largeur, et avec une frappante similitude d'aspect, le long du pied oriental des Montagnes Rocheuses, depuis l'Amérique anglaise jusqu'au Mexique. Elles doivent cette similitude d'aspect à ce que leur surface presque tout entière est occupée par le même terrain : les couches crétacées de Laramie, qui dans le Far-West jouent le même rôle que le terrain houiller en Europe. En effet, quoique d'âge bien plus récent que le terrain houiller proprement dit, elles se composent comme lui de bancs de grès et de schistes avec de nombreuses couches de lignite ou de charbon. Ce sont ces couches de Laramie qui ont fourni aux paléontologistes américains, notamment à MM. Cope et Marsh, tant de précieux restes fossiles que nous avons pu admirer à Philadelphie et à New-Haven. Grâce à ces restes, ces savants ont pu reconstituer une faune d'un aspect si fantastique que l'imagination pourtant si riche des poètes antiques n'a rien créé de pareil.

L'aspect du pays que nous eûmes sous les yeux après avoir traversé le Missouri était tellement fantastique et bizarre que nous n'aurions pas, quant à nous, été fort étonnés de voir surgir tout à coup un de ces monstres apocalyptiques. Nous étions en présence d'un paysage comme on en chercherait vainement ailleurs que dans l'Amérique du Nord. Toute verdure a complètement disparu pour faire place à une maigre végétation composée de cactus et d'un arbrisseau-nain très odorant, le sage-brush *(Artemisia),* dont les feuilles d'un gris argenté donnent à la contrée une touche de mélancolie. De tous côtés, barrant l'horizon. se dressent les unes derrière les autres des collines coniques et isolées. On voit aisément que ces collines doivent leur origine à l'action des eaux, qui par leurs érosions capricieuses les ont façonnées de mille

manières différentes. Sans grand effort d'imagination, on croit y voir des tours, des coupoles, des bastions ou des ruines dont les arêtes vives se profilent sur un ciel d'une limpidité inaltérable. Ce qui contribue encore à accroître l'illusion, c'est qu'on voit à nu sur le flanc de ces collines les couches qui les composent. Ce sont des bancs de grès qui restent en saillie et simulent des murailles, des schistes et des marnes tendres qui s'étalent en forme de talus. Toutes ces roches sont grisâtres, et on y voit de grandes lignes noires marquant l'affleurement de nombreuses couches de lignites. Fréquemment ces couches de lignites se sont enflammées spontanément, et sont remplacées par les résidus de la combustion, cendres et scories rougeâtres qui, roulant sur les flancs des collines, leur donnent l'aspect de volcans éteints.

C'est lorsqu'on a passé Fryburg en descendant vers le Petit Missouri que le paysage devient le plus étrange et que l'on voit bien caractérisée cette région devenue fameuse sous le nom de Mauvaises Terres (Bad-Lands), que lui donnèrent les premiers trappeurs à cause des difficultés qu'elle opposait à leur marche. Il fallait être doué d'un courage à toute épreuve pour s'aventurer dans ce dédale inextricable, d'une étendue telle que jusque bien tard dans la soirée notre train n'a cessé d'être en vue de ces pays désolés.

Le lendemain dans la matinée nous étions sur la rive de la fameuse rivière Yellowstone, et en même temps nous constations que nous étions entrés dans les premiers contreforts des Montagnes Rocheuses représentés par les Monts Érazy, que nous avons longés jusque Livingston. Là notre train abandonne la grande ligne du Pacifique pour prendre un embranchement de 80 kilomètres qui doit nous mener au bord du Parc National. Longeant la Yellowstone, l'embranchement traverse d'abord une gorge étroite et pittoresque, puis pénètre dans une large vallée dominée des deux côtés par de hautes cimes, entre autres

Emigrant Peak et Electric Peak. Par places, le fond de la vallée est encombré de grandes terrasses de cailloux, vestiges des moraines des anciens glaciers qui jadis recouvraient ces montagnes. Enfin nous sommes au terminus de la ligne à Cinnabar, à 3668 kilomètres de Washington. Ce n'est pas sans étonnement que nous songeons à ce fait, en nous rappelant la rapidité avec laquelle s'est accompli notre voyage, et nous avons beaucoup de peine à nous figurer que nous sommes au cœur des Montagnes Rocheuses. Sur cette terre que nous foulons, il y a 25 ans à peine, erraient en liberté les hordes d'Indiens hostiles. Vers cette époque, on avait commencé à apprendre vaguement, par les récits de ces Indiens ou de trappeurs aventureux, qu'il existait dans ces montagnes une région pleine de merveilles; aussi le gouvernement y envoya-t-il une expédition militaire dans le but de vérifier ce qu'il y avait de vrai dans tous ces récits. Les rapports furent si enthousiastes qu'en 1869 une nouvelle expédition fut envoyée, sous la direction du docteur Hayden, avec mission d'explorer à fond toute la région. On comprend quelle dut être l'émotion de cet explorateur, en qui l'ardeur pour la science s'alliait si bien avec l'amour des beautés de la nature, lorsqu'il parcourut ces pays encore vierges où à chaque pas on rencontrait de nouveaux sujets d'admiration. Aussi à son retour le docteur Hayden ne se fit point faute d'épancher son enthousiasme. Ses récits reproduits par tous les journaux causèrent une grande sensation, surtout aux États-Unis, dont les citoyens furent agréablement surpris d'apprendre qu'ils possédaient dans leur pays une région où les phénomènes geysériens dépassaient en grandiose tout ce que l'on connaissait jusqu'alors. Aussi en 1872 la législature des États-Unis, par un acte qui lui fait grand honneur, décida de réserver toute cette contrée comme Parc National. Un territoire de plus de 9000 kilomètres carrés fut ainsi soustrait aux déprédations des colonisateurs. De plus, des postes militaires

veillent sur les plus belles curiosités du Parc et empêchent qu'on ne détériore les concrétions que la nature a édifiées avec tant de patience. Une nouvelle exploration, dont les résultats ont été publiés en 1878, a montré qu'il n'y a pas moins de 3000 geysers, volcans de boue, bassins, etc., sans compter les nombreuses cascades, gorges, lacs, que l'on rencontre à chaque pas. Le gouvernement américain a tenu également à faire du Parc National une sorte de réserve où les forêts fussent à l'abri de la hache des pionniers et où l'on pût encore observer quelques représentants de cette faune américaine qui partout ailleurs a complètement disparu. Là on peut encore admirer en liberté le castor, l'élan, le bison, l'ours et la panthère, et les flancs des montagnes couverts de belles forêts de conifères ne présentent pas cette nudité que l'on reproche aux Rocheuses.

On comprend donc quelle était notre impatience de pénétrer dans cette région fameuse dont le nom seul, synonyme de merveilles, enflammait notre imagination. Combien de fois, en lisant les récits enthousiastes des explorateurs, n'avions-nous pas souhaité voir ces pays dignes des *Mille et une nuits*. Maintenant nos souhaits sont exaucés, nous en sommes à quelques pas ; les carrioles sur lesquelles nous franchissons les 10 kilomètres qui nous séparent de notre première halte, semblent aller trop lentement au gré de nos désirs, et nous ne jetons qu'un regard distrait sur le paysage qui nous entoure ; et pourtant il en vaut la peine et semble présager ce que nous allons voir. La route, après avoir traversé un plateau aride, s'engage le long d'un affluent de la Yellowstone, la rivière Gardiner. Celle-ci coule dans une gorge étroite dominée par des montagnes à pic où abondent les nids d'aigle ; son cours impétueux se brise contre d'énormes blocs ou des troncs d'arbres qui encombrent son lit, et nous avons pour la première fois le spectacle d'une vraie rivière du Far-West. Bientôt apparaît le mont Evarts, dont le sommet

en forme de table est recouvert d'une nappe de lave. Tout d'un coup, à un détour de la route, la vallée s'élargit, et nous voyons devant nous s'étaler sur le flanc d'une colline une série de terrasses d'une blancheur éclatante couronnées par un panache de vapeur. Nous saluons avec joie le Mammoth Hotsprings, et les chevaux semblant comprendre notre impatience nous amènent à fond de train devant un immense hôtel en bois. De la véranda de cet hôtel, on jouit d'un magnifique coup d'œil sur une grande plaine entourée comme d'un cirque de hautes montagnes aux tons grisâtres, relevés par places par les taches d'un vert sombre des forêts de conifères. A droite, dévalant du sommet d'une colline, s'étagent des terrasses dont l'éclat attire le regard. On croirait voir une cascade subitement pétrifiée, gardant encore la blancheur de son écume. Nous approchant de plus près, nous voyons d'abord une protubérance calcaire de 5 à 6 mètres de hauteur, à laquelle sa forme caractéristique a fait donner le nom de Bonnet Phrygien. C'est la cime d'un geyser éteint. Devant nous, se détachant de la masse principale des dépôts, se dresse une sorte de gigantesque baptistère ; c'est la « Chaudière ». Sur son sommet plan se voient plusieurs bassins remplis d'une eau bouillonnante dégageant des torrents de vapeur d'eau sulfureuse. L'eau qui déborde de ces petits bassins s'écoule par des chenaux, se précipite toute bouillante par-dessus les bords de la colline. Là elle est recueillie dans une série de conques étagées à toutes hauteurs et accolées comme des bénitiers aux parois à pic de la Chaudière. C'est un spectacle charmant de voir toutes ces vasques aux bords bizarrement festonnés remplis d'une eau chaude aussi limpide que le cristal. Lorsque ces vasques sont pleines, l'eau déborde et s'écoule le long des parois en couche très mince qui, frissonnant sous le souffle du vent, semble rouler des perles brillantes. Dans toutes ces eaux pullule une riche végétation d'algues de couleurs variées, rouges, vertes, jaunes ou grises suivant les

espèces, et vivant chacune dans une température différente ; les couleurs variées, se mêlant à la teinte blanche éclatante des dépôts, produisent l'ensemble le plus chamarré que l'on puisse rêver. Aussi, de loin, la Chaudière ressemble-t-elle à un énorme pot à couleur débordant. A droite de la Chaudière se voient les Terrasses de Minerve et de Cléopâtre, les plus belles de la localité. Les Terrasses de Cléopâtre surtout sont d'une beauté féerique. Que l'on se représente les plus belles pétrifications de la grotte de Han vues non plus à la lueur de lampes fumeuses, mais à la brillante clarté du soleil. Comme elles, elles sont d'une blancheur d'albâtre immaculé, car l'eau chaude les ayant abandonnées, toutes les algues colorées ont disparu. Ce sont de grandes vasques supportées comme par des colonnes de stalactites et de stalagmites. Au sommet de la masse de travertins à laquelle se rattache la Chaudière, s'étale un vaste plateau blanc où l'on rencontre à chaque pas, ici des bassins d'eau bouillante, là des cavités d'où s'échappent des vapeurs sulfureuses qui tapissent les parois de jolis cristaux de soufre. D'un des côtés du plateau se détache, vers la forêt, une crête d'une centaine de mètres de longueur et dont le sommet présente d'un bout à l'autre une fissure par où se fait jour sous toutes sortes de formes l'activité geysérienne. Tantôt l'on voit un petit bassin grand comme la paume des deux mains; plus loin c'est un geyser en miniature sous forme de jet d'eau de 25 centimètres de haut et gros comme le tuyau d'un porte-plume ; plus loin encore c'est une crevasse où l'on perçoit le glou-glou de l'eau bouillonnante. Il y a là comme un résumé de tout ce que nous avons vu, et c'est par là que nous finissons notre première journée, nous arrachant avec peine à la contemplation de toutes les merveilles qui nous environnent.

Le premier aperçu du Parc National n'a pas trompé notre attente; aussi, le lendemain matin, c'est avec une sorte d'impatience fébrile que nous nous préparons à

commencer notre tournée. De bonne heure s'aligne devant l'hôtel une file de carrioles traînées par six chevaux et dont l'aspect rappelle assez bien celles que Buffalo-Bill a promenées à travers l'Europe. Hâtons-nous d'ajouter que nous avons dû convenir qu'elles valent mieux que leur mine, car elles résistent admirablement par les chemins innomables que nous avons parcourus pendant six jours.

En quittant l'hôtel, la route passe d'abord au pied des sources d'eau chaude qu'elle laisse bientôt en arrière; puis, toujours grimpant, elle traverse une de ces forêts incendiées comme on en trouve à chaque pas dans les Rocheuses. Nous ne cessons pourtant pas d'admirer le coup d'œil qu'elles présentent avec leurs arbres décharnés tantôt noirs comme l'ébène, tantôt blancs ou grisâtres et entrelacés dans le désordre le plus pittoresque. Au sortir de cette forêt, notre caravane s'engage dans un défilé dont la sauvage grandeur en fait un des plus beaux points de vue du Parc. C'est la Golden Gate, la Porte d'or, et c'est bien là la véritable entrée du Parc. La route s'avance hardiment sur une corniche taillée dans une paroi presque verticale et surplombant une profonde gorge. De l'autre côté de celle-ci se dresse tout d'un coup une montagne aux flancs escarpés, le Pic Bunsen. A un dernier coude de la route nous voyons les deux parois de la gorge former en s'écartant une sorte de cirque, et tout à l'arrière-plan une rivière, sentant le terrain manquer devant elle, s'élance d'un jet au fond du cirque. Le spectacle est surtout grandiose lorsque, avant de quitter la cascade, on jette un coup d'œil en arrière par la crevasse. On revoit alors la route serpentant capricieusement le long de la gorge, et dans le fond, par une échappée, on distingue la plaine encerclée de montagnes où sont les dépôts des Mammoth Springs. Après ce défilé, la route suit longtemps un vaste plateau assez monotone où il n'y a guère à voir que les carcasses de bisons et de cerfs que l'on rencontre fréquemment, et d'autre part les cimes bleuâtres d'une chaîne de montagnes qui domine le plateau.

Après avoir franchi la crête de partage, nos carrioles descendent rapidement et nous conduisent au bord d'un lac près de la falaise, Obsidian Cliff. Nous mettons pied à terre, car c'est un point intéressant pour les géologues. La falaise tout entière est en effet composée de nappes successives d'obsidienne (ou verre de volcan). Une de ces nappes en se refroidissant a pris la forme de prismes comme l'on en voit fréquemment en Auvergne. Bientôt les marteaux sont à l'œuvre et s'abattent avec fracas sur les roches. Dans cette vallée tout à l'heure si recueillie, on se croirait maintenant dans une carrière en pleine activité. Quand l'avidité des collectionneurs commence à se ralentir, on jette un regard sur le lac et on constate avec plaisir que c'est un lac de castors, comme son nom l'indique (Beaver Lake). Nous voilà donc enfin en présence des œuvres de cet industrieux animal dont nous avons tant entendu parler. Nous distinguons en effet le barrage formé de troncs au moyen duquel ils ont forcé la rivière à s'étaler dans le fond de la vallée. Nous voyons même leurs demeures s'élever au-dessus des eaux : ce sont des masses brunâtres de la dimension et de la forme d'une roche; mais malheureusement les hôtes sont partis. Malgré l'active surveillance qu'on exerce dans le Parc, il y a deux ans toute la bande a été capturée par d'incorrigibles trappeurs. Heureusement il en subsiste encore dans d'autres parties du Parc. Remontant dans nos véhicules, nous côtoyons une série de lacs formés sans doute aussi par des castors, puis après avoir gravi une crête ardue, nous arrivons dans le bassin des geysers Norris. Là la route se bifurque. Un embranchement se dirige vers les geysers, un autre remonte la rivière Gibbon vers le cañon du Yellowstone. C'est celui que nous avons suivi, et nous n'y avons vu qu'une chose digne d'admiration : ce sont les chutes Virginia. Là la rivière, dans le cadre d'un frais paysage, étale ses eaux azurées et écumantes sur une série de gradins inclinés. Passé la cascade, la route gagne un

plateau aride bien fait pour engendrer l'ennui par sa longueur et sa monotomie. Sa seule utilité est d'agir comme repoussoir et de faire valoir d'autant plus les merveilles que nous allons voir. Aussi c'est un cri unanime d'admiration lorsque, après quelques minutes d'une descente vertigineuse, nous tombons tout à coup dans la gorge du Yellowstone. Nous nous précipitons à bas de nos véhicules, car ce ne sera pas trop de tous nos yeux et de tout notre temps pour admirer tout ce qu'il y a à voir. C'est d'abord la chute supérieure, qui se précipite à angle droit d'une hauteur de 34 mètres en faisant jaillir à la base un nuage énorme de vapeur blanche. Plus bas la rivière, comme insoucieuse du sort qui l'attend, coule doucement en décrivant une gracieuse courbe autour d'une colline. Là nous commençons à entendre comme un tonnerre lointain le bruit de la cascade inférieure. Nous précipitons nos pas, et c'est en courant que nous arrivons sur une sorte de promontoire qui, à côté de la chute, s'avance hardiment au-dessus de l'abîme. Devant le spectacle merveilleux et étrange qui s'offre alors à nos regards nous restons pendant longtemps comme pétrifiés. A côté de nous, nous voyons la rivière, perdant tout à coup son calme, s'élancer d'un jet dans le vide à plus de 100 mètres de profondeur ; mais à peine parvenue à moitié chemin, elle se pulvérise et se déploie en un majestueux panache de vapeur. Devant nous s'ouvre une gorge profonde et sinueuse, dont les parois présentent un assemblage de couleurs tellement inusitées que l'on se demande si l'on est encore sur la terre. Ce sont uniquement les tons jaunes, orangés et rouges qui dominent et qui sont dus à la décomposition des roches par des émanations de vapeurs sulfureuses ou ferrugineuses. Au fond de cette gorge, on voit se tordre la rivière roulant des flots d'un bleu d'azur, tandis qu'au sommet se déploie une sombre et verte forêt de conifères. Tout cela constitue bien le plus étrange paysage que l'on puisse rêver.

A ce moment le soleil allait se coucher et ses derniers rayons doraient la crête de la gorge, tandis que dans le fond l'obscurité s'épaississait de plus en plus et qu'une brume bleuâtre semblait envelopper les objets. La nuit était déjà tombée, que nous étions encore là attentifs, écoutant les modulations majestueuses de la cascade. Nous avions encore toute la matinée du lendemain pour revoir ces merveilles; aussi, dès les premières lueurs du jour, nous étions là alors que la vallée était encore remplie d'un impénétrable brouillard. Mais bientôt, sous l'action d'un soleil radieux, nous vîmes les vapeurs se dissiper rapidement, laissant apparaître petit à petit les détails du paysage entrevu la veille. En longeant la crête de la gorge vers l'aval, des spectacles nouveaux s'observent à chaque pas. Tantôt, du sommet d'une falaise à pic, nous plongeons nos regards jusqu'au fond et nous surprenons dans leurs nids les vautours-pêcheurs qui seuls peuvent descendre dans ces abîmes. Çà et là une source thermale jaillit des fissures des rochers et mêle ses vapeurs aux embruns de la rivière. Le plus joli coup d'œil est certes celui que l'on a du Point-Inspiration qui s'avance comme un promontoire au travers de la rivière. A droite en amont s'étend, sur huit kilomètres environ, la gorge avec ses parois aux tons jaune clair fantastiques, et au dernier plan la cascade, que l'on voit de face dans sa majestueuse grandeur. A gauche en aval la gorge se poursuit, mais, par un contraste frappant, les roches inaltérées ont gardé leurs couleurs sombres et noirâtres qui donnent à cette partie un caractère sauvage et imposant. C'est bien là un endroit capable, comme son nom l'indique, d'inspirer l'admiration pour les beautés de la nature.

On voudrait s'arrêter longtemps, mais le temps impitoyable ne s'arrête pas, et nous avons encore une longue étape à parcourir ce jour-là jusqu'au lac de Yellowstone. Au-dessus des chutes, la rivière coule dans une large et belle vallée qui offre le plus frappant contraste avec les

gorges qui se trouvent en aval. A voir la rivière rouler paresseusement ses eaux dans un lit large et peu profond, on ne dirait jamais que c'est la même qui plus bas se livre à de si furibonds ébats.

Les flancs de cette belle vallée, à laquelle on a donné le nom du célèbre explorateur Hayden, sont couverts de ces conifères particuliers que l'on retrouve partout dans les Montagnes Rocheuses et qui, avec leur troncs élevés et grêles sans aucune branche, semblent couvrir les montagnes d'une forêt de poils géants et hérissés. En traversant les prairies arides qui tapissent le fond de la vallée, à tout moment nous tournons la tête avec inquiétude, croyant entendre les flammes courir derrière nous ; et ce n'est qu'après un certain temps que nous découvrons que ce crépitement est dû à des milliers de criquets dont le bruit particulier imite à s'y méprendre le pétillement de la flamme dans le bois sec. Nous avons également pu admirer ce jour-là sur notre route deux curiosités bien intéressantes. La première est celle que l'on appelle les monts Cratères. C'est une vaste colline perforée tout entière de fissures d'où s'échappent des vapeurs sulfureuses. Si l'on examine de plus près ces fissures, on voit qu'elles sont tapissées de beaux cristaux de soufre. Mais gare à l'imprudent qui avance trop rapidement la main pour les saisir : il la retire plus rapidement encore, trop heureux si la brûlante vapeur ne l'a pas échaudée. En agissant avec précaution on peut se procurer des plaques couvertes de jolies cristallisations.

Au pied de la colline se trouve un petit bassin parfaitement circulaire, au centre duquel l'eau soulevée par de puissantes bulles de vapeur s'élève à quelques mètres de hauteur comme une fleur gracieuse, mais qui parfois, prise d'un accès subit, houspille ses trop confiants admirateurs.

Quant à la seconde curiosité, c'est le Geyser de boue (Mud-Geyser), qui se trouve aussi au pied d'une colline,

dans un recoin solitaire où l'on croirait voir l'antre d'un fauve. C'est une grande fosse dont le fond est rempli d'une boue noirâtre continuellement agitée par la vapeur; par moments même on voit se former une énorme bulle de plusieurs mètres de tour qui éclate tout à coup en éclaboussant les parois de la fosse. Ce spectacle se renouvelle à tout instant, et l'on croirait qu'il y a là au fond quelque géant affligé d'un hoquet incurable.

Remontés en carrioles, nous ne tardons pas, du haut d'une montée, à apercevoir à l'horizon une vaste nappe azurée; nous saluons avec enthousiasme le lac de Yellowstone, qui étend, à plus de 2300 mètres de hauteur, une surface de 360 kilomètres carrés. Un petit steamer attend les excursionnistes qui désirent faire un tour sur le lac ; mais quelques-uns, en quête de sensations plus intimes, préfèrent rester au bord pour savourer à leur aise le superbe paysage que nous avons sous les yeux. Justement le temps est à souhait, et du haut d'une falaise dominant le lac, nous voyons la nappe tranquille refléter le pur azur du ciel çà et là parsemé de nuages blancs moutonnés.

Quelques îles sont éparses çà et là, comme pour rompre la monotonie de cette vaste surface, et tout autour s'étend le plus beau cadre de montagnes qui se puisse voir. Parmi ces montagnes, on remarque surtout la chaîne dentelée dont la forme spéciale lui a fait donner, dans la langue imagée des trappeurs, le nom de Tetons (the Tetons). Il nous serait difficile d'oublier le merveilleux spectacle qu'elles nous offrirent vers le soir lorsque, rougies par les feux du soleil couchant, elles se reflétaient dans l'azur du lac, produisant de riches teintes violettes dont la nature est si avare. Je dois même avouer que la contemplation de ces beautés nous a fait prêter une oreille assez distraite à l'exposé des curiosités de la région. Il y a là pourtant un fait géographique assez rare, auquel les Américains donnent le nom de « Two Ocean Pass » : ce sont des vallées élevées qui, lors de la saison des pluies, commu-

niquent à la fois avec les cours d'eaux des deux océans, supprimant ainsi la crête de partage. Grâce à cette communication, les poissons du bassin du Pacifique pénètrent dans le Yellowstone et descendent tout son cours en sautant les cataractes ; mais ils ne peuvent remonter dans ses affluents qui sont tous barrés par des chutes.

Dans les environs du lac de Yellowstone on rencontre des fauves et notamment des ours en assez grande quantité. C'est à tel point que la veille de notre arrivée on avait télégraphié du jardin zoologique de Washington de procurer un ours, celui du jardin venant de mourir, et déjà ce jour-là nous pouvions admirer dans une caisse en bois le futur maître Martin de Washington. Sans doute ses confrères voulurent-ils le venger, car le lendemain nous remarquâmes tout autour de l'hôtel de nombreuses traces de griffes formidables, et l'on constata même, paraît-il, quelques larcins dans une cuisine écartée.

Ce jour-là nous avions devant nous la perspective d'une rude étape, car il s'agissait de 60 kilomètres à parcourir pour franchir la crête qui nous séparait de la fameuse rivière Fire-Hole (Trou de feu). La montée ne présente rien de bien intéressant, car on s'élève assez insensiblement jusque près de 2700 mètres sur un large plateau ; la descente est plus pittoresque du moment où l'on a passé un joli petit lac solitaire à ces hauteurs. Il arrive même un moment où, contemplant du haut d'une montagne la profonde vallée où l'on doit descendre, on se demande avec inquiétude par où l'on peut passer. De tous côtés les pentes rapides de la montagne sont couvertes d'une de ces forêts américaines inextricables où les arbres unis fraternellement dans la mort se penchent les uns sur les autres. Mais nos véhicules s'engagent résolument dans un chemin à peine tracé, raviné par les eaux, et qui, nous le reconnaissons bientôt, n'a pas volé le nom qu'il porte, d'Escalier du diable.

D'énormes blocs de pierre arrondis entravent le chemin

sur lequel on saute à plaisir ; aussi, par une mesure de précaution dont nous apprécions fort la sagesse, on nous fait descendre de voiture. Arrivés dans le fond de la vallée, nous jetons un coup d'œil en arrière, et en voyant serpenter la route vertigineuse que nous venons de suivre, nous nous étonnons qu'il n'y ait eu aucun accroc. Le reste de la route se poursuit plus paisiblement jusque dans le bassin inférieur de geysers (Lower Geyser Basin) que nous traversons sans nous arrêter, devant le revoir plus tard. Puis nous remontons la vallée d'une des branches du Fire Hole. A peine y avons-nous pénétré que, par un de ces coups de baguette magique si fréquents dans le Parc, nous voyons devant nous un tableau étrange. Sur la rive droite de la rivière, une vaste terrasse d'une blancheur de neige a fait place aux sombres forêts. Du haut de cette terrasse s'élève un épais nuage de vapeur, tandis qu'au bord quelques ouvertures, semblables à la gueule d'un four et aux parois multicolores, jettent à la rivière des ruisseaux d'eau bouillante. Ceux-ci, en ruisselant en cascade sur le flanc de la terrasse, produisent l'effet le plus bizarre sur la blancheur des dépôts. L'eau elle-même est d'un bleu foncé, et de part et d'autre s'étalent successivement à côté une bande rouge puis une bande verte. On dirait que la capricieuse nature a jeté là des drapeaux éclatants.

Dès que nous sommes arrivés au sommet de la terrasse, nous voyons s'étaler devant nous une énorme vasque remplie d'eau bouillante, d'un bleu intense et profond, qui déborde sans cesse sur les dépôts qui l'entourent. Quand elle est éloignée à une certaine distance et par conséquent refroidie, toute une population d'algues d'un beau rouge vient s'y établir. Plus loin encore, et dans les eaux de plus en plus refroidies, s'établissent les algues jaunes et puis les algues vertes. Tout cela forme autour des bassins des bandes colorées du plus bel effet. Elles sont surtout remarquables autour de ce bassin-ci auquel elles ont valu

le nom de Geyser Prismé (Prismatic Geyser). Nous voudrions rester là quelque temps pour admirer à notre aise, mais, comme le Juif-errant, il nous faut marcher toujours, poussés non par le destin mais par la curiosité.

Au bout de quelques kilomètres, nous arrivons enfin à la partie la plus curieuse du Parc, au bassin supérieur où, dans une vallée assez petite, on ne voit pas moins de 500 geysers, parmi lesquels se trouvent tous ceux qui sont les plus célèbres par leurs éruptions et par la beauté de leurs dépôts. La journée est très avancée, aussi nos véhicules nous entraînent rapidement ; mais à chaque pas c'est une nouvelle merveille que l'on découvre, et les cris d'admiration éclatent de toutes parts. Au moment même où nous arrivons devant l'hôtel, nous voyons un puissant jet d'eau jaillir d'un monticule. C'est le geyser le Vieux-Fidèle qui est en action. En un clin d'œil tout le monde est à terre, courant à toutes jambes dans la direction du cratère.

A ce moment l'éruption est dans toute sa beauté, et nous voyons jaillir devant nous, à plus de 75 mètres de hauteur, un puissant jet d'eau bouillante, s'élançant comme par spasmes avec des torrents d'eau et de vapeur. Cette eau ruisselle en abondance sur les flancs du monticule, remplissant les crevasses et déposant partout les corps qu'elle tient en solution. Au bout de cinq minutes, comme épuisé par les efforts qu'il vient de faire, le géant souffle plus faiblement, le jet s'abaisse progressivement et finit par rentrer dans le cratère. On se précipite alors au sommet et l'on se trouve en présence d'une crevasse assez étroite, du fond de laquelle s'élève encore avec bruit un jet de vapeur ; mais bientôt on n'entend plus que le gargouillement des bulles qui crèvent dans l'eau. Le géant va se reposer pendant 65 minutes, puis, au bout de ce temps, avec une régularité qui ne s'est jamais démentie depuis vingt ans qu'on le connaît, ce serviteur fidèle et bon enfant recommencera ses exercices pour les curieux.

Seul dans le Parc il présente cette régularité parfaite ; aussi est-ce une justice rendue à ses bons services que de lui avoir donné le nom de Vieux-Fidèle.

Lorsque l'éruption est bien terminée, nous jetons un coup d'œil sur le monticule qu'elle a lentement formé avec tant de patience. Ici l'on admire un minuscule bassin dont la paroi est tapissée d'une substance moutonnée. Là on heurte du pied des concrétions qui ressemblent à s'y méprendre à des éponges pétrifiées ; en les regardant à la loupe, nous voyons qu'elles se composent d'une infinité de perles translucides. Tous ces dépôts sont agencés suivant les formes les plus bizarres et les plus exquises, et le tout, continuellement lavé par des douches d'eau bouillante, resplendit de propreté et d'éclat. Dans la soirée, nous avons pu admirer une éruption à la lueur d'un énorme feu de bois, dont les flammes rougeâtres se reflétant dans la colonne d'eau et de vapeurs produisent un effet saisissant. Ce mot de feu de bois me rappelle également que ce n'est pas sans un certain sentiment de crainte que nous sommes allés nous coucher ce jour. On le comprendra aisément quand on saura que notre hôtel était en carton, en vulgaires feuilles de carton clouées sur des lattes de bois. Tout cela n'aurait fait qu'une flambée, et en songeant au sans-gêne bien connu des Américains pour ce qui regarde l'incendie, nous pouvions craindre sérieusement de nous voir réveiller par des flammes qui n'auraient eu rien de geysérien. Mais heureusement l'hôtel n'était pas à dix-neuf étages, comme certaines maisons de Chicago ; il n'avait qu'un étage, et tout autour s'étendait un moelleux tapis de mousse qui semblait tout prêt à nous recevoir. Cette pensée nous rassura et nous fit même trouver assez plaisante cette idée de dormir dans une maison en carton.

Le lendemain matin, à notre réveil, nous constatons avec plaisir qu'il pleut. Cela peut paraître étrange au premier abord. Mais il est certain que la vallée présente un effet bien plus imposant par la pluie. L'air, étant alors déjà

saturé de vapeur, ne peut plus dissoudre celle que lancent les geysers, dont le panache paraît ainsi incomparablement plus développé que nous ne l'avions vu la veille. De tous côtés du fond de la plaine, parmi les arbres des forêts, s'élèvent vers le ciel de puissants jets de vapeur qui, ne pouvant continuer à monter, planent sur la vallée. On se croirait dans quelque antre de Vulcain. Quand nous eûmes pu ainsi admirer le paysage sous son aspect imposant, le soleil complaisant voulut bien dissiper tous ces nuages et ses rayons brillants, fouillant jusqu'aux moindres recoins, y firent étinceler une multitude innombrable de merveilles. Lorsque je me rappelle la délicieuse journée que nous avons passée là, et que, fermant les yeux, il me semble voir défiler devant moi les spectacles inoubliables dont nous nous rassasiâmes, je sens la plume me tomber des mains. La seule énumération des joyaux que renferme cette mystérieuse vallée remplirait un volume, à plus forte raison serait-il impossible de vouloir suivre la nature sur un terrain où elle triomphe par la magie des couleurs et de la lumière et par l'étrangeté des procédés. On ne s'étonnera pas donc de ne trouver ici qu'une sèche description de quelques curiosités marquantes.

Lorsque, quittant le plateau où trône le Vieux-Fidèle, on s'avance au bord de la rivière, on voit sur la rive droite de celle-ci une vaste terrasse toute blanche de dépôts siliceux sur laquelle s'étalent quantité de ces bassins polychromes si nombreux dans le Parc. Dans les intervalles se dressent quelques monticules, qui sont les cônes de geysers actifs. C'est d'abord la Ruche d'abeilles, petite protubérance d'environ un mètre, présentant exactement la forme et la couleur d'une ruche. Au centre, elle est percée d'un tube d'où s'élance lors de l'éruption un mince jet d'eau à plus de 150 mètres de hauteur. Malheureusement la ruche est très capricieuse dans ses manifestations, et, loin d'imiter la régularité de son voisin le Vieux-Fidèle, elle se fait quelquefois attendre pendant des

semaines. Plus loin, sur une sorte de piédestal, est groupée étroitement toute une famille de geysers : c'est le Lion, la Lionne et le Lionceau. En voyant l'aspect moutonné des roches jaunâtres qui les constituent, et en entendant le grondement souterrain des eaux, on croirait vraiment que ce sont là des fauves endormis mais bien pacifiques, car on peut s'en approcher sans crainte et surprendre tous leurs secrets.

Plus on avance, plus les merveilles deviennent nombreuses; on ne sait bientôt plus de quel côté donner de la tête ; mais une des plus attrayantes est certes la source Beauté. Figurez-vous un bassin d'une dizaine de mètres de largeur et d'une profondeur inconnue. Le bassin est rempli de cette belle eau, comme on n'en voit que dans le Parc, d'un bleu profond et d'une transparence telle que l'on distingue jusque très bas les parois verticales. Parfois un souffle de vent enlève la légère buée qui plane sur le bassin, et la surface de l'onde frissonne doucement en produisant des scintillements d'une douceur infinie.

A côté de cette source se trouvent trois geysers que n'éclipse pas trop la beauté de leur voisin. Parmi eux le Turban Geyser se fait remarquer par ses bords festonnés et par de grosses concrétions qui font saillie à la surface de l'eau, et dont la forme rappelle assez bien celle d'un turban. Tout près de ces trois geysers s'en trouve un tout petit qui n'existe que depuis trois ans. Comme il n'a pas encore eu le temps d'obstruer son canal par ses dépôts, son action est très régulière et très rapide et on y peut bien saisir le mécanisme des éruptions. Son bassin forme une petite cuvette parfaitement régulière, avec un trou au fond et généralement vide. Quand l'éruption approche, on voit l'eau monter et remplir la cuvette, puis des bulles de vapeur viennent crever à la surface qui se gonfle ; l'on voit alors sortir un jet qui monte rapidement à une dizaine de mètres, mais qui ne dure que quelques instants ; puis un vide semble se produire en dessous et l'eau rentre

en tournoyant dans la profondeur. Toute l'eau qu'il rejette retombe dans son bassin sans qu'il en sorte une goutte; aussi l'a-t-on baptisé « Economical Geyser ». Au bord de la rivière nous avons ensuite rencontré le geyser Riverside, dont l'orifice est braqué obliquement comme un obusier vers la rivière. Nous avons eu la chance, après quelques instants d'attente, de le voir entrer en éruption. Son jet se projetant obliquement retombe dans la rivière en décrivant une courbe gracieuse, et pendant plus de vingt minutes il ne cesse d'agir sans donner de signes de fatigue. Nous n'avons pas été aussi heureux avec le Ventilateur, que nous avons vainement attendu. Ce dernier est accompagné d'un petit geyser que l'on appelle Indicateur, parce qu'il se met toujours en action un peu avant l'autre. Mais quoique l'Indicateur eût fonctionné, l'autre s'est obstiné à ne pas se montrer, et nous n'avons eu que les ronflements sonores qu'il pousse continuellement.

Pendant que nous étions là à attendre, tout à coup l'on crie : « La Grotte est en éruption ». Vite nous y courons, et nous nous trouvons en face d'un bizarre entassement de rochers. Figurez-vous deux cavités en forme de grottes accolées et précédées comme d'une sentinelle par une roche droite et cylindrique semblable à un champignon. En ce moment il sort des deux grottes des jets d'eau bouillante se projetant très bas vers le sol, au point que l'on dirait une baleine rejetant de l'eau par ses deux évents. Non loin de la grotte se dresse une sorte de cylindre, ressemblant à un vieux tronc d'arbre dont il ne resterait plus qu'une écorce de 4 mètres de haut, et fortement ébréché d'un côté. C'est le Géant, le roi de la vallée au point de vue des éruptions ; car il lance à plus de 150 mètres de haut un jet d'eau d'un mètre de diamètre, d'une rectitude et d'une majesté uniques. A côté de la route, dans une prairie, se dresse, à environ un mètre au-dessus du sol, un bassin en forme de coupe appelé le Bol de punch. Il est rempli d'une eau bleue et fumante, et tout au-

tour sur les parois s'étalent des taches jaunes et vertes. On croirait qu'un peintre en passant a jeté là sa palette sur l'herbe.

Pour finir, je citerai encore le Château, dont les dépôts disposés en une masse imposante simulent assez bien un château en ruines. Mais pendant que, courant d'une merveille à l'autre, nous allons d'admiration en admiration, nous oublions que les heures se passent. Nos conducteurs, familiarisés par l'habitude avec tous ces spectacles, ne l'oubliaient pas, eux, et à moins que de se laisser abandonner dans les solitudes, il fallut bien se décider à regret à remonter en voiture. Quelques instants après nous jetions un regard d'adieu à toutes ces connaissances avec lesquelles nous avions passé des heures si agréables, et nous filions à toute vitesse vers le bassin à geysers inférieur.

Les deux plus jolies et les plus curieuses choses de ce dernier sont, certes, la Fontaine et le Pot à couleur. La Fontaine est un geyser jaillissant qui se dresse sur une sorte de plateau. En attendant son éruption, qui se fit assez désirer, nous admirions son bassin dont les bords sont agréablement découpés. A la surface de l'eau s'étalent quelques concrétions aplaties qui rappellent à s'y méprendre des feuilles gigantesques de nénuphars. Pendant longtemps l'eau du bassin resta si parfaitement calme que nous commencions déjà à désespérer, quand tout à coup, sans crier gare, une gerbe d'eau jaillit du bassin, se dressant à une grande hauteur, flanquée de toute part de petits jets secondaires. La puissance de ce jet était telle que tout le diamètre du bassin en était rempli, et cela formait un ensemble aussi majestueux que varié. Nous étions amplement récompensés de notre courage à attendre; et en même temps, autour de la Fontaine, quantité de petits geysers, comme entraînés par l'exemple de leur puissant voisin, se mettaient en action dans tous les sens. — Après la fin de l'éruption, nous sommes allés voir une curiosité d'un autre genre, le Pot à couleur.

Dans une clairière d'un bois de sapin, on voit quelque chose que je ne puis comparer qu'à ces monticules que les maçons dressent devant les constructions pour mélanger leur mortier. Il y a là en effet une flaque énorme de boue blanche bordée tout autour d'une sorte de rebord peu élevé; cette boue est continuellement agitée par des vapeurs qui viennent crever avec bruit à sa surface en formant de grandes bulles blanches. Parfois même une bulle plus grosse éclate en éclaboussant les curieux trop empressés.

Ce sont là, comme j'ai dit, les deux plus belles curiosités de ce bassin ; mais que de choses encore il faudrait citer pour être complet ! Passons donc rapidement, car il nous reste encore à voir le bassin à geysers Norris, à une trentaine de kilomètres plus loin. La route ne semble pourtant pas longue, car une bonne partie du temps on longe la rivière Gibbon, qui coule dans une crevasse pittoresque. A un certain endroit, la vallée est brusquement interrompue par un rocher de 25 mètres de haut, à la surface duquel la rivière étale gracieusement ses eaux azurées. La route serpentant plusieurs fois au-dessus de la cascade permet d'admirer à l'aise le spectacle. En approchant de Norris Basin, nous eûmes un moment de curiosité. Un jet de vapeur blanche sortait de dessous les arbres, et en même temps nous entendions un bruit ressemblant au sifflement d'une locomotive sous pression. Nous mettons pied à terre et bientôt nous voyons que c'est un tour de l'activité geysérienne. Un puissant jet de vapeur sort avec bruit nuit et jour d'une crevasse de rochers. C'est ce qu'on appelle le Grondeur Noir. Une centaine de mètres plus loin, la route domine une vallée dont le fond, quoique très large, est sur une grande longueur entièrement revêtu d'une couche blanche de dépôts geysériens. De toutes parts on y voit étalés des bassins et on y remarque des panaches de vapeur. C'est le Norris Basin. Quoiqu'il ne renferme pas moins de 14 geysers actifs, il nous a moins intéressé que les autres. Il perd beaucoup,

je crois, à être vu après ses deux rivaux. En quittant le Norris Basin nous avons repris la route que nous avions déjà suivie en venant, nous avons revu le Lac des Castors et la falaise d'obsidiennes, et enfin nous sommes rentrés à l'hôtel des Mammoth Springs.

Là se termine notre cycle merveilleux. En songeant à cette semaine, qui avait passé comme dans un rêve enchanté, nous avions peine à rassembler nos idées, et nous étions encore comme étourdis mais heureux d'avoir pu contempler tant de merveilles. Ce n'était pas sans une certaine crainte que nous avions abordé le Parc National. On pouvait appréhender qu'il ne fît en dessous de la haute idée que d'avance on s'en faisait. C'est là un écueil redoutable que le Parc a surmonté à son honneur, car la nature y a réalisé ce qu'aucune imagination ne pourrait concevoir. A tous ceux qui me liront je conseille de ne pas s'en faire une idée d'après ces pages incolores, et je leur souhaite d'aller à leur tour goûter le plaisir dont j'ai joui dans le Parc National.

Nous avons rapidement franchi les quelques kilomètres qui restaient à faire pour sortir du Parc. En arrivant à Cinnabar, dois-je l'avouer ? en revoyant notre train qui nous attendait fidèlement, nous avons tous ressenti ce sentiment de bien-être que l'on éprouve en rentrant chez soi après un long voyage. C'est certes un étrange chez soi qu'une voiture de chemin de fer à 12 000 kilom. de son pays, mais cela prouve bien que tout est relatif. Maintenant que nous sommes confortablement installés dans notre car et qu'il y a encore quelques heures avant qu'il ne reprenne sa route, c'est peut-être le moment de jeter un regard en arrière et de se demander les causes de ce que nous venons de voir. Pourquoi y a-t-il tant de geysers dans le Parc ? Comment les geysers peuvent-ils produire leurs éruptions ?

Sur la première question, il serait assez difficile de donner une réponse certaine. On rattache générale-

ment les phénomènes geysériens à l'activité volcanique, et de fait, dans les autres régions où se trouvent des geysers, en Islande et en Nouvelle-Zélande, il y a des volcans actifs. Dans le Parc, s'il est vrai que l'activité volcanique y a jadis été très considérable, depuis longtemps il n'en est plus de même. La structure géologique du Parc est d'ailleurs d'une grande simplicité. Une nappe énorme de lave, recouvrant plusieurs kilomètres carrés, enveloppe presque tout le Parc en ne laissant à découvert les terrains inférieurs qu'au sommet des montagnes les plus élevées et sur une étroite bordure au nord du Parc. C'est dans cette bordure que jaillissent les Mammoth Springs à travers des terrains calcaires ; c'est pour cela que seule cette source forme des dépôts calcaires, alors que toutes les autres sources, jaillissant à travers la nappe de lave, qui est très siliceuse, forment des dépôts siliceux.

Si l'on n'est pas fixé sur la cause de la richesse du Parc National en geysers, il n'en est pas de même du mécanisme par lequel les geysers peuvent faire jaillir des jets d'eau naturels. Jadis on a eu recours, pour expliquer ce phénomène, à l'intervention d'un système très compliqué de cuvettes et de siphons grâce auxquels l'eau était expulsée périodiquement par le geyser. Cette hypothèse, admissible s'il ne s'agissait que d'un geyser, ne peut plus se soutenir quand il y a comme ici des centaines de geysers à expliquer. On ne peut pas supposer en effet que les conditions compliquées, nécessitées par cette hypothèse, soient réalisées des centaines de fois. Le célèbre physicien Tyndall a proposé une théorie qui paraît beaucoup plus vraisemblable, car elle n'exige que des conditions extrêmement simples, partant facilement réalisées dans la nature. On sait que l'eau, à la pression ordinaire, ne peut pas s'échauffer au delà de 100°, mais qu'il n'en est pas de même sous pression. Prenons, comme l'a fait Tyndall, un long tube en fer rempli d'eau bouillante, et chauffons-le fortement à une place quelconque vers le bas. L'eau à cet

endroit est soumise à une pression plus ou moins forte du fait de la colonne d'eau supérieure qui pèse sur elle ; elle est donc susceptible de s'échauffer au delà de 100°, d'autant plus que la colonne d'eau sera plus élevée. Les vapeurs qu'elle produit acquièrent alors une tension de plus en plus forte ; et si l'on continue à chauffer, il arrivera un moment où les vapeurs, voulant s'échapper, auront une tension assez grande pour projeter tout à coup au dehors la colonne d'eau qui pèse sur elles. Tyndall a ainsi réalisé des éruptions de geysers artificiels. Les conditions requises sont d'ailleurs si simples, un tube et une source de chaleur, qu'elles doivent se rencontrer aisément même plusieurs centaines de fois.

De bonne heure, dans la matinée du douzième jour, le train abandonnait définitivement le Parc National et quittait Cinnabar pour Livingston. Là, reprenant la grande ligne du Northern Pacific, nous poursuivions notre trajet vers l'ouest. La ligne remonte d'abord la rivière Billman, et passe à Cokedale à côté d'une des plus importantes mines de charbon à coke crétacé. On traverse ensuite de vastes plaines alluviales où coulent les rivières Gallatin, Madison et Jefferson. En approchant de la station de Willowcreek, les montagnes, qui jusque-là s'étaient tenues à une grande distance, se rapprochent insensiblement, et lorsque l'on a passé la station, la voie ferrée s'engage le long de la rivière Jefferson dans une série pittoresque de gorges ou cañons aux parois verticales, montrant d'une façon bien nette les roches qui les composent.

Dans une de ces gorges, le Jefferson Cañon, notre train a stoppé pour nous permettre d'étudier une curieuse exploitation de placers aurifères. Ces placers se composent de graviers, de sables, d'argiles déposés par les rivières et dans lesquels l'or se trouve répandu généralement vers le bas, sous forme de paillettes ou de pépites. Cet or provient de la désagrégation par les eaux des filons

aurifères qui affleurent sur les flancs des montagnes avoisinantes. Dans l'exploitation de ces dépôts, les mineurs américains sont arrivés progressivement à inventer une méthode d'extraction très curieuse, qu'ils appellent méthode hydraulique. Elle est basée sur une imitation très intelligente des procédés employés par la nature pour la formation des placers. Nous avons bien pu étudier ce genre d'exploitation dans le Jefferson Cañon. On concentre l'eau par un barrage dans les montagnes, puis cette eau est amenée sous pression par un canal fermé de 11 kilomètres jusque dans la mine. Là, on la projette avec des tuyaux en jets puissants sur l'amas de gravier. Celui-ci se désagrège, et ses éléments sont entraînés par le courant de l'eau dans des canaux ouverts en bois, appelés *sluices* (écluses), dont le fond est tapissé par place de mercure. Les particules d'or, qui sont beaucoup plus pesantes que les autres matériaux, se tiennent dans le bas du courant et, en passant au contact du mercure, s'amalgament avec celui-ci et sont ainsi retenues. Les graviers devenus stériles continuent leur chemin et vont se déverser plus loin en formant des monticules énormes. Au bout de quelque temps, on recueille l'amalgame de mercure et on le chauffe dans des cornues ; le mercure distille et l'or reste au fond. Ce procédé exige si peu de frais de main-d'œuvre, que l'on peut traiter avec profit des graviers ne renfermant que quelques grammes d'or par mètre cube. Cette méthode d'exploitation est surtout en action dans la Californie, et sur une si vaste échelle, que la face de certaines régions en est complètement changée. On y avait déblayé les montagnes et comblé les vallées, à tel point que la législature a dû intervenir pour qu'on n'ensevelît pas sous des monceaux de débris les plus fertiles terrains de l'État.

X. Stainier.

(La fin prochainement.)

DE L'INFLUENCE

DES DOCTRINES DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE CLASSIQUE

SUR

LE SOCIALISME SCIENTIFIQUE (1)

I. — Le *corps de doctrine* du socialisme, d'après l'auteur du *Socialisme intégral*. Place qu'y occupent les doctrines économiques ; comment elles s'y rattachent.

II. — La doctrine économique du socialisme procède des théories de l'école dite *classique* ou *anglaise*, et notamment des enseignements de Malthus sur la population, d'Ad. Smith sur la valeur, de Turgot et de Stuart Mill sur le salaire, de Ricardo sur la rente.

III. — Pessimisme de l'école anglaise. Des prétendus axiomes de l'économie classique l'on peut et l'on doit logiquement conclure que l'organisation économique est viciée dans l'essence de sa constitution. Réfutation de ces théories.

IV. — Conclusion. Part de vérité qu'il faut dégager dans les erreurs socialistes. On ne peut nier la crise sociale. Le *principe* de la propriété, et le salariat qui en est la conséquence, doivent être maintenus ; mais le *régime* de la propriété comme celui du salariat doivent être modifiés. De quelques facteurs de la réforme sociale.

I

L'objet de cette étude, c'est la filiation des doctrines économiques du socialisme.

Il importe, avant de l'aborder, de préciser la place qu'occupent, dans le *corps de doctrine* du socialisme, les théories qui sont relatives à l'économie politique.

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, le 27 avril 1892

Le socialisme possède-t-il donc un *corps de doctrine?*

Demandons-le à l'un de ses représentants autorisés.

Nous choisirons, si vous le voulez bien, M. Benoît Malon... Sans recourir au procédé à la mode de *l'interview*, nous pourrons nous contenter d'ouvrir le premier volume de l'ouvrage qu'il a intitulé *Le Socialisme intégral.*

Quel est-il, ce socialisme intégral qui, d'après les sommités scientifiques du parti, doit faire le bonheur de la société où vivront nos arrière-neveux ?

Voici comment le définit M. B. Malon : « Le socialisme, écrit-il, n'est pas seulement la justice économique et la transformation sociale, il est aussi la régénération mentale, c'est-à-dire en son ensemble la rénovation intégrale de l'humanité progressive entrant dans un cycle nouveau de civilisation supérieure » (1).

Pour aller tout de suite au but, demandons à l'auteur ce que deviendront dans la société ainsi régénérée les institutions que l'on considère d'ordinaire comme en étant l'indispensable fondement : la religion, la famille, la propriété.

M. B. Malon traite la question religieuse dans le premier volume de son ouvrage, au chapitre v, relatif à l'évolution de la morale et dédié à ses frères de la L .·. *Le lien des peuples et les bienfaiteurs réunis.* A son avis, le Décalogue, que nous considérons comme le code de la morale universelle, est *parfaitement insuffisant.* « L'homme social, dit-il, n'a pas que des devoirs négatifs, il a aussi des devoirs positifs. La sagesse jéhovique ne paraît pas s'en douter. »

Que si l'on réclame une appréciation plus clémente de cette sagesse au nom de considérations historiques, l'auteur a prévu l'observation et y répond ainsi : « Objectera-t-on qu'au moment de sa promulgation, le Décalogue fut la *moins mauvaise* des lois morales? Nous sommes encore obligés de nier avec preuves irréfragables à

(1) Troisième édition. Avant-propos.

l'appui. » M. Malon préfère, en effet, les règles de morale du chapitre cxxv du *Rituel funéraire égyptien,* interprété par Champollion et « en vigueur quinze cents ans avant l'époque où la légende juive raconte qu'un prêtre égyptien tira le petit peuple juif de la servitude pharaonique et lui donna le décalogue. »

La morale chrétienne trouvera-t-elle grâce auprès de l'auteur? Peut-être,... en tant qu'elle semble un écho du bouddhisme.

M. Malon croit d'ailleurs que la doctrine de l'Église catholique est conforme à l'erreur de Calvin sur la prédestination. A l'entendre, l'Église enseignerait que Dieu a créé une grande partie de l'humanité pour la damnation, et il prétend en trouver la preuve dans les enseignements de saint Paul, qu'il appelle « Paul de Tarse, le véritable fondateur du christianisme. »

Il reconnaît pourtant que « malgré saint Paul et saint Augustin », il est des chrétiens qui croient aux œuvres. Bien naïf serait-on néanmoins en s'imaginant que cette objection gêne l'exégèse de M. Malon : il se contente de dire des « chrétiens qui admettent qu'il faut travailler à l'avènement de la justice dans l'humanité », — que « leurs œuvres sont en rébellion contre leur foi. »

Voilà tout le cas que fait l'auteur du *Socialisme intégral,* de la religion chrétienne dont les progrès sont associés depuis vingt siècles à tous ceux de la civilisation dans le monde !

Quel avenir le socialisme réserve-t-il à la famille qui est l'assise fondamentale de la société ?

Et d'abord que deviendra le mariage ?

« On peut concevoir que le mariage futur aura pour condition le choix révocable des intéressés, choix libre et basé uniquement, comme il convient, sur les affinités intellectuelles, morales et physiques » (1).

(1) P. 355.

La situation faite à l'enfant dans la famille ainsi entendue se devine.

« Les socialistes des partis ouvriers sont tous partisans de l'émancipation de la femme, de l'entretien et de l'éducation des enfants par la commune ou par l'État; ils diffèrent sur le point de savoir si les unions de l'avenir seront ou non consacrées par la loi; mais tous admettent qu'elles doivent être fondées sur le libre choix affectif et être résiliables quand le sentiment qui les inspira n'existe plus. Compte tenu, bien entendu, des devoirs moraux contractés vis-à-vis de l'autre conjoint, si soi seul on s'est détaché, et vis-à-vis des enfants » (1). Comprenne qui pourra! Si M. Malon prétend nous donner dans cette conception un exemple de l'état mental de l'humanité régénérée, celui-ci nous paraît aussi immoral qu'incohérent, s'il n'est pathologique.

Faut-il insister?

« Le mauvais de la famille actuelle, ce n'est pas la monogamie, qui est la forme la plus digne de l'union des sexes et qui subsistera avec de nombreuses améliorations. C'est plutôt la quasi-indissolubilité légale, la subordination légale de la femme. Comprendra-t-on bientôt que l'on ne fait pas œuvre morale en mettant purement et simplement la foi conjugale dans les chaînes et sous les verrous? »

Il nous faut bien répéter : Comprenne qui pourra! A la vérité, l'emploi du langage actuel pour la description du futur état social a joué un bien vilain tour à M. Malon. L'indissolubilité du mariage n'enchaîne la foi conjugale que par des liens idéaux. On ne peut en Occident appeler ceux-ci des chaînes et des verrous que par pure métaphore. Quant à parler de foi conjugale dans un état social hypothétique où les unions seront résiliables quand le sentiment qui les inspira n'existera plus, c'est pure incohérence. Si le détachement unilatéral suffit à rompre

(1) P. 352.

l'union, il ne peut plus être question de foi conjugale. Si au contraire il faut le consentement bilatéral, que devient le libre choix affectif et le droit de résilier au gré de celui-ci ?

Le socialisme condamne la propriété individuelle et réclame la mise à la disposition de l'État des forces productives et des produits. Cette conception économique pourrait être réalisée, paraît-il, de différentes manières. Sans compter le communisme qui supposerait la gestion directe de l'État, il y a, d'après M. B. Malon, jusqu'à neuf formes du collectivisme qu'il définit : « L'inaliénabilité des forces productives mises sous la tutelle de l'État. Ce dernier les confie temporairement et moyennant redevance à des groupes professionnels. Dans les groupes professionnels, la répartition se fait au prorata du travail; quant à la consommation, elle est entièrement libre — les charges sociales remplies. »

Cela n'est pas bien clair. Cette définition pourrait faire croire aux non-initiés que la logique et le socialisme intégral sont en brouille complète et irréductible. Si les moyens de production ne sont à la disposition de l'État que moyennant redevance, le collectivisme ne mettra fin ni aux accaparements, ni à la concurrence, et son but est manqué. Si l'on répond que chacun sera en état de payer la redevance et que celle-ci sera la même pour tous, alors pourquoi une redevance ?

Ou le collectivisme n'a point de raison d'être, ou il doit empêcher que nul ne s'approprie tout le fruit de son travail et surtout la chose à laquelle il a appliqué son travail. Or cette prohibition supprime le ressort même de l'activité économique et tarit dans sa source le progrès social.

Il est possible à présent de se faire une idée synthétique du socialisme. Il procède du matérialisme, et nie la responsabilité morale et sociale de l'homme, soit qu'on le considère comme membre de la société religieuse, de la société domestique ou de la société civile.

La morale fondée sur la crainte de Dieu et de ses jugements est égoïste, d'après M. Malon, qui ne paraît point comprendre que l'obéissance à la volonté de Dieu et la crainte révérentielle de ses ordres réalisent la fin objective de l'homme — c'est-à-dire le plan providentiel — en même temps que sa fin subjective. M. Malon préfère une morale plus altruiste, mais qui, manquant de base, dégage en définitive l'homme de la responsabilité, vrai moteur de nos facultés morales.

En est-il une meilleure preuve que l'organisation de la famille rêvée par le socialisme? L'enfant élevé par l'État, les père et mère dégagés du devoir d'éducation, ce stimulant puissant de l'activité économique des individualités sociales, qui est en même temps le plus bel apanage de la paternité. Ici encore la responsabilité est méconnue, supprimée.

C'est la volonté de la Providence d'attacher, dans tous les ordres où peuvent se développer les facultés de l'homme, des conséquences infinies à des actes finis. Le socialisme méconnaît cette vérité en niant la propriété comme il nie la religion et la famille.

Si le socialisme, c'est le matérialisme appliqué aux rapports sociaux, comment peut-on rattacher sa doctrine économique à celle de l'école économique orthodoxe ou classique, dont les docteurs furent incontestablement des tenants des théories spiritualistes?

L'explication est dans ce rapprochement. Tout en proclamant dans le domaine des vérités morales l'existence du libre arbitre chez l'homme abstrait, les économistes classiques professent un véritable fatalisme social plus ou moins conscient, mais très net en tous cas. Ils proclament l'impuissance sociale des facultés psychiques. Leur pessimisme très accentué, comme on le verra, dès l'abord accepté par les adeptes du socialisme, a conduit ceux-ci, par le procédé logique de l'induction, à considérer les

lois fatales, obscures et déprimantes de l'être social, tenues pour des dogmes scientifiques par toute l'école anglaise — non comme la manifestation d'un Principe intelligent, créateur et régulateur du monde physique et du monde moral, mais bien comme le produit de forces purement physiques.

La théorie de la lutte pour la vie n'a point passé du domaine de la biologie dans celui de l'économie politique, mais bien au contraire du domaine de la science économique dans les sciences naturelles. C'est la lecture de l'*Essai sur le principe de population* de Malthus qui a inspiré Darwin.

Par contre, l'influence de Darwin amena naturellement les sociologues matérialistes d'outre-Manche à admettre la lutte pour mode normal de l'évolution dans le monde économique, aussi bien que dans le monde physique. Telle fut la doctrine économique de Herbert Spencer. Pour l'économiste bourgeois et théoricien, elle aboutit au libéralisme le plus outré. Dans le domaine pratique aussi elle s'accommode des formes les plus brutales de la lutte, comme l'ont récemment encore prouvé les anarchistes en divers pays.

Mais ces solutions excessives et d'ailleurs purement négatives ne sont évidemment pas satisfaisantes. N'oublions pas que les premiers socialistes sont des théoriciens nourris de la pure doctrine de l'école anglaise. Nous avons prononcé le nom de Darwin : l'on a dit de son système qu'il serait prouvé quand seraient retrouvés les êtres intermédiaires qu'il suppose. Pour l'évolution des doctrines économiques, le théoricien qui relie les docteurs de l'école classique à Marx et à H. George en passant par Rodbertus-Jagetzow et Marlo existe : c'est Stuart Mill.

II

L'exposé des doctrines de l'école anglaise sur les questions si intimement liées de la *population* et de la *rémunération du travail* nous fera voir comment de faux axiomes ont fourni un fondement prétendument scientifique à la conception socialiste de l'organisation économique.

Cette conception, loin d'être *négative* comme la conception libérale, consiste au contraire dans le groupement des forces économiques, et dans l'organisation de la production de la richesse par l'État. Dans ce système, l'État, seul détenteur juridique des moyens de production, répartira ceux-ci à titre temporaire entre les membres de l'armée industrielle ; ces derniers travailleront sous les ordres et la surveillance de fonctionnaires administratifs; enfin le produit de leur travail reviendra à l'État, qui pourvoira à l'entretien de tous.

Tout cela est parfaitement logique, si vraiment l'initiative et l'effort individuels sont impuissants à réaliser le bien-être collectif et le progrès social. Aussi comprend-on aisément que pareille conception est la résultante de la réaction contre le système économique de l'école libérale, qui aboutit logiquement à l'esclavage du prolétariat ou à l'anéantissement des classes qui possèdent.

Nulle théorie ne caractérise mieux l'enseignement social de l'école classique que celle de Malthus. D'après ce philanthrope, toute augmentation de la population expose le peuple aux maux les plus effroyables. La doctrine de Malthus, défenseur convaincu mais malheureux de la propriété, est devenu l'héritage du socialisme qui l'a recueilli sous bénéfice d'inventaire. Il a admis seulement que la loi de la concurrence a pour effet de faire de l'augmentation de la population une source de bénéfices nouveaux pour les riches, dont le pouvoir s'en accroît, et une source de calamités pour les pauvres, dont la misère s'en

accroît de son côté. D'après le socialisme, l'intensité de la richesse des riches comme de la pauvreté des pauvres est en raison directe de l'augmentation de la population ; mais ce phénomène est la conséquence de l'institution de la propriété individuelle, et non de l'insuffisance des ressources de la nature comme le prétendait Malthus.

S'il est imprudemment admis *d'emblée* que la constitution sociale souffre d'un vice organique et que ce vice ne peut résulter que du principe de population ou bien de l'institution de la propriété privée, il devient impossible de réfuter les théories économiques du socialisme. Car l'homme est la vraie richesse sociale et le plus précieux des capitaux. C'est d'ailleurs ce que reconnaît l'école classique.

Dans ses *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations,* qu'on peut considérer comme l'évangile de l'économie politique classique, Adam Smith considère le travail comme la source unique de la valeur. Or, le collectivisme est en germe dans ce faux concept. Émile de Laveleye a montré, avec sa pénétration et sa clarté habituelles, l'influence décisive de l'axiome classique sur le développement des doctrines socialistes : car si toute valeur vient du travail, il importe d'assurer pour rémunération au travailleur la valeur entière du produit, et pour assurer toujours au travailleur cette rémunération adéquate, de soustraire les moyens de production à l'appropriation individuelle. Cette dernière conséquence est d'autant plus rationnellement déduite que les moyens de production sont supposés n'avoir aucune valeur intrinsèque, et n'en acquérir que par l'appropriation et l'accaparement.

Il en résulte que la part du travailleur se réduit à ce que le capitaliste veut bien lui abandonner dans la valeur du produit.

Il en résulte encore que toute l'augmentation de la richesse produite n'enrichit que les détenteurs du capital, et les propriétaires fonciers en particulier.

III

Les doctrines sur lesquelles est basé l'enseignement économique du socialisme, sont en relation immédiate avec la rémunération du travail. C'est qu'envisagée au seul point de vue matériel, la question sociale est et n'est qu'une question d'estomac, comme les socialistes allemands se plaisent à le dire. Le régime du salariat est d'ailleurs le corollaire du régime de la propriété privée, de sorte que la critique du premier met en cause l'organisation économique tout entière.

Nous ramenons à ces trois affirmations les objections formulées par le socialisme au sujet du salaire :

La première fixe les conditions normales de ce qui ne peut même plus s'appeler le partage du prix, car « la valeur totale du produit devrait échoir au travailleur. »

Les deux autres établissent que la part insuffisante du travail est fatalement insuffisante.

Deuxième proposition : « Non seulement la valeur totale du produit n'est pas attribuée au travail, mais dans l'organisation économique actuelle cette rétribution ne peut s'élever au-dessus des stricts besoins. »

Troisième proposition : « Loin de s'améliorer, le sort de la classe ouvrière devient plus malheureux à mesure que s'accroissent la population et la richesse produite. »

On retrouve ces affirmations dans l'enseignement de tous les docteurs en socialisme. Chacune d'elles peut cependant être rattachée au nom d'un socialiste célèbre, quand ce ne serait que pour aider la mémoire.

La première sert de point de départ au terrible réquisitoire dressé par K. Marx contre le capital.

La seconde a reçu de Lassalle une dénomination à laquelle le nom de cet agitateur restera attaché : c'est la loi d'airain des salaires.

Enfin l'idée fondamentale du livre fameux de Henry

George — et qui est indiquée dans le titre même de cet ouvrage : *Progrès et Pauvreté,* — est résumée dans la troisième proposition.

Ces propositions sont directement appuyées sur des aphorismes de l'école anglaise, aphorismes tenus *jusqu'en ces derniers temps* (1) pour des vérités démontrées.

1. L'illégitimité de la formation du capital et de l'appropriation individuelle est basée par K. Marx sur cet aphorisme d'Ad. Smith, que « toute valeur vient du travail. »

2. Quant à la loi d'airain, qu'est-ce, sinon cette formule de Turgot, tenue par toute l'école anglaise pour une vérité démontrée : « En tout genre de travail, il doit arriver et il arrive en effet que le salaire de l'ouvrier se borne à ce qui lui est nécessaire pour se procurer sa subsistance » ?

3. Enfin le collectivisme agraire de Henry George repose sur les constatations prétendues de Ricardo au sujet de la culture du sol, qui l'ont conduit à formuler sa célèbre loi de la rente. D'après Ricardo, économiste anglais mort en 1823, la terre est originairement sans valeur. Elle est plus demandée à mesure que la population augmente, et des sols de moins en moins fertiles sont successivement mis en exploitation. Il en résulterait que la rente — c'est-à-dire cette portion du loyer du sol qui représente le prix de sa fécondité naturelle relative — augmente en raison directe de l'accroissement de la population. Il a été aisé à Henry George de conclure de là à l'illégitimité de la propriété foncière. Car Henry George admet comme Marx que toute valeur vient du travail, et si la loi de Ricardo est vérifiée, il en résulte que seuls les propriétaires fonciers profitent — et profitent indûment — de tout l'accroissement de la richesse produite.

(1) Parmi ceux qui ont réagi contre le dogmatisme classique, citons P. Leroy Beaulieu, Léon Say, É. de Laveleye.

La première formule qu'il nous faut examiner, c'est l'aphorisme célèbre d'Adam Smith : *Toute valeur vient du travail.*

Dans la pensée de l'écrivain, cette formule a un *sens historique et polémique.* Montesquieu l'avait constaté avant l'économiste anglais : les peuples qui ont progressé ne sont point ceux que la nature avait favorisés davantage au point de vue du sol et du climat, mais ceux que les conditions de la vie physique où ils se trouvaient placés ont forcé au travail.

Aux théories de l'école mercantile qui fait consister la richesse dans la possession des métaux précieux, l'école d'économistes qu'on a appelés les « physiocrates » opposa une théorie différente et vit dans la terre la vraie source de la richesse. C'est par réaction contre l'école physiocratique que l'école anglaise affirma que « toute valeur vient du travail. »

Envisagée en elle-même, la formule est ou bien un truisme ou bien une erreur.

Un truisme, si l'on entend par valeur cette utilité spéciale que l'homme peut ajouter aux choses par son travail.

Une erreur, si l'on entend dire que les choses n'ont d'autre utilité que celle qu'elles acquièrent par l'adaptation de l'œuvre de l'homme.

Erreur évidente, car l'application de l'effort humain à la transformation ou au déplacement d'une chose, suppose l'utilité de cette chose. L'homme qui applique son effort aux choses proclame l'antérieure utilité de ces choses, bien loin de prétendre qu'il la crée. Cette observation reste vraie, si scrutant de plus près le sens du fameux aphorisme, on considère qu'il a pour portée précise de formuler cette règle : le travail est la mesure de la valeur échangeable. C'est ainsi que l'ont compris d'ailleurs et les exégètes orthodoxes, comme Dunoyer et M. Baudrillart, et les exégètes hétérodoxes, comme Proudhon et K. Marx. A la vérité, la valeur d'échange résulte de l'utilité de la

chose, jointe à sa rareté. A chacun de ces deux éléments, le travail de l'homme peut avoir ajouté et très inégalement. Il peut même avoir créé la rareté ; mais le travail seul ne saurait produire l'utilité.

Signalons ici une objection d'autorité. On lit dans l'Encyclique du 15 mai 1891 : « Le travail est la source unique de la richesse des nations. » Telle que l'entend le Saint-Père, cette affirmation n'est la condamnation ni de l'appropriation individuelle, ni de la formation du capital. Elle n'a qu'une portée restreinte. D'après l'Encyclique, une portion équitable, mais une portion seulement du prix du produit, doit revenir au travail.

En bonne théorie, une partie, mais une partie seulement du prix de la chose, fixée d'après la part même qui revient au travail dans ce prix, doit constituer le salaire.

L'aphorisme de Turgot équivaut à nier que cette répartition puisse se faire équitablement, c'est-à-dire de façon à ce que le travail reçoive une rétribution adéquate à l'augmentation de valeur qu'il a produite.

Voici cet aphorisme : *En tout genre de travail, il doit arriver et il arrive en effet que le salaire de l'ouvrier se borne à ce qui lui est nécessaire pour se procurer sa subsistance.*

Ce pessimisme est basé sur l'action déprimante de la concurrence sur le salaire.

A la suite de Turgot, les économistes de l'école anglaise considèrent que le grand nombre des ouvriers, en surchargeant d'offres le *marché des bras,* amène l'ouvrier à livrer son travail au moindre prix possible, en d'autres termes au prix qui suffit seulement à lui permettre la satisfaction stricte de ses besoins les plus impérieux.

C'est là une affirmation gratuite.

La *doctrine du salaire nécessaire,* comme on l'appelle, est fausse ainsi entendue. Sans doute *il y a un salaire nécessaire* au-dessous duquel la rémunération du travail ne saurait être abaissée. C'est une vérité que M. de la

Palisse ne contredirait pas. Mais au nom de quelle constatation confond-on le salaire *minimum* et le salaire *normal?*

C'est là une première réponse.

L'aphorisme de Turgot peut donner lieu à l'examen des points suivants : Comment il a reçu un fondement prétendument scientifique dans l'enseignement de Ricardo et de Stuart Mill, en d'autres termes, dans la théorie du fonds des salaires ; — comment Mill et les économistes qui l'ont suivi échappent aux conséquences dernières de leur théorie en conseillant aux classes pauvres la limitation de la fécondité ; — le démenti que les faits donnent à la théorie ; — la cause de son étrange fortune.

Et d'abord, qu'est-ce que *le fonds des salaires?*

« Il y aurait dans chaque nation une sorte de réserve destinée à être distribuée entre les travailleurs manuels, à fournir les salaires, et que ceux-ci dans leur ensemble ne pourraient dépasser. Tous les efforts des ouvriers ne pourraient arriver à faire hausser leur propre rétribution tant que ce prétendu fonds des salaires ne se serait pas naturellement accru. » Stuart Mill surtout a développé cette théorie, ajoute M. Leroy Beaulieu à qui nous empruntons sa définition (1).

Exposons, à l'encontre de cette théorie, *la théorie vraie du salaire.*

C'est à l'aide du capital que le salaire se paie ; mais le rôle utile, indispensable même du capital consiste en une simple avance. En dernière analyse, c'est le consommateur du produit qui rétribue le capitaliste et l'ouvrier. Mais le capitaliste sert d'intermédiaire, de banquier et d'assureur : il met la matière première à la disposition de l'ouvrier, lui paie son travail sur l'heure et prend à sa charge l'aléa de la vente. Ce n'est que lorsqu'il vend *en perte* que l'industrie supporte, et pour une part, le paiement du salaire.

Le salaire est avancé par le capitaliste, mais sa mesure, c'est le produit, non le capital.

(1) *Essai sur la répartition des richesses*, 3e édit., p. 380.

C'est si vrai que l'ordre chronologique des faits que nous avons indiqué comme normal n'est pas toujours observé. Si le capital est rare, il arrive que ce soit le travail qui fasse crédit au capital. C'est même le cas ordinaire pour la partie du salaire qui se paie en argent, dans les régions agricoles où les ouvriers ne reçoivent leurs gages qu'après que le fermier a encaissé le prix de la récolte.

Les salaires sont en relation avec la production actuelle à laquelle concourt la main d'œuvre, et non avec le capital déjà acquis (1).

Le salaire n'est qu'une fraction du prix de la chose, celle qui correspond au travail manuel. Il s'ensuit que la somme des salaires payés dans une société augmente avec les produits.

La théorie contraire, celle du salaire nécessaire, admet d'ailleurs l'amélioration progressive des salaires, comme conséquence de l'enrichissement de la société — et de la limitation corrélative de la fécondité.

« La loi d'airain, dit M. Cauwès, c'est la fatalité de l'insuffisance des salaires, et la théorie du fonds des salaires, l'inefficacité des efforts que pourraient faire les ouvriers pour y échapper. » Il est bien vrai que les socialistes insistent surtout sur cette inefficacité. Cependant elle n'est pas absolue. Stuart Mill indique lui-même le remède au mal : *la limitation de la fécondité*. L'augmentation de la population ouvrière, au contraire, dans l'hypothèse du fonds des salaires, fait baisser le salaire. La logique de Stuart Mill est ici irréprochable.

« Le nombre des travailleurs a augmenté, écrit-il : leur condition a déchu dans la même proportion ; ils partagent entre plus de têtes le produit de la *même somme de travail* qu'auparavant. » Comme si la quantité de travail ne devait pas augmenter avec la population et le nombre des bouches à nourrir ! Mais l'enseignement de Stuart Mill est dominé par la croyance aux *lois de Malthus*.

(1) Cf. Cauwès. *Précis d'économie politique*, t. II, n° 817.

« Un marché surchargé d'ouvriers, avait dit Malthus, et de forts salaires à chacun d'eux sont deux choses parfaitement incompatibles. » C'est là un truisme, rien qu'un truisme, comme aussi d'ailleurs l'aphorisme plus connu de Cobden : « Le salaire baisse quand deux ouvriers courent après un maître ; le salaire monte quand deux maîtres courent après un ouvrier. » C'est évident ; mais pareille affirmation n'est pas le moins du monde démonstrative. Ce qu'il faudrait prouver, c'est que l'augmentation de la population multiplie anormalement l'offre de travail. Nous le nions résolument, bien que l'examen des faits ne laisse pas que d'être assez délicat.

Il faut admettre, avec Bastiat et la généralité des adversaires de Malthus et de son école, que tout homme produisant généralement plus qu'il ne consomme, l'augmentation de la population et l'augmentation de la richesse vont de pair. Mais ne s'ensuit-il pas que l'écart entre la fraction de la population dont le concours est nécessaire pour nourrir l'autre, et la population totale, va toujours croissant ? Sans doute ; il faut concéder que si le niveau des besoins restait toujours le même, le nombre des ouvriers nécessairement inoccupés augmenterait. Mais le *niveau des besoins* croît et croît naturellement, parce que l'augmentation de la population, en rapprochant les hommes, en facilitant les échanges, en augmentant ce que Bastiat appelle les utilités gratuites, en permettant de produire plus — ce qui entraîne une diminution des frais généraux — permet de réduire en même temps le coût des choses, et en multiplie ainsi la consommation, sans que le salaire soit défavorablement affecté.

Autre observation. Avec la population augmentent les fonctions de l'État. Des besoins tout nouveaux naissent. Ainsi encore s'accroît le nombre des citoyens dont l'activité ne peut s'appliquer directement à la production économique.

En réalité, *des causes diverses agissent sur le salaire.*

On peut les ramener à trois catégories, ainsi que le fait M. Leroy Beaulieu.

1re catégorie : Le rapport des capitaux matériels à la population. — Notons ici que, d'après tout ce qui vient d'être dit, ce rapport est favorablement influencé par l'augmentation même de la population : plus la population augmente, plus augmentent les capitaux, et ceux-ci augmentent plus vite que celle-là. « Les capitaux, dit l'économiste américain Peshine Smith, ont la tendance de s'accroître plus rapidement que le nombre des hommes — le salaire tend à augmenter avec l'accroissement de la population — à chaque progrès de la mécanique correspond la hausse de la valeur du travail humain et la baisse de la valeur des capitaux. » Nous verrons à l'instant que les faits confirment cette appréciation.

2e catégorie : L'accroissement de productivité du travail de l'ouvrier. — En fait, elle a augmenté aussi avec la population. Les socialistes prétendent au contraire que le machinisme a accru la misère des classes laborieuses. Il est bien certain que l'adhésion à la théorie du fonds des salaires mène logiquement à cette conclusion.

3e catégorie : L'avantage que les lois, les mœurs peuvent donner à l'une des parties contractantes. — Cette dernière cause n'a pas agi favorablement sur le salaire, tant s'en faut. Mais il s'agit ici de l'élément le plus facile à modifier. Il a sa grande importance, et nous pouvons affirmer avec confiance que toutes les augmentations du taux des salaires que nous allons constater auraient été bien plus considérables sous l'intervention de ce dernier facteur.

N'y a-t-il pas un fait, des plus graves, qui nous donne tort en tout ceci — le grand nombre des ouvriers sans travail ?

Il y aurait lieu tout d'abord de distinguer entre ceux qui sont sans travail volontairement et ceux qui sont sans travail involontairement. Pour ces derniers, ce sont généralement des ouvriers sans profession déterminée. Ces

cas s'expliquent par l'individualisme excessif de notre temps et l'état en bien des points encore presque chaotique de l'industrie moderne. Il faudrait notamment que l'apprentissage fût moins négligé.

Ajoutons de plus que si le marché des choses est presque unifié, celui des bras l'est beaucoup moins : le temps rétablira l'équilibre que la production fiévreuse de notre époque a détruit.

Sous le bénéfice de ces observations, on peut aborder la démonstration par les faits de la fausseté des théories incriminées.

Les faits contredisent la théorie du salaire nécessaire.

Si l'on envisage la question du salaire au point de vue historique, il n'est pas possible de douter qu'il ne se soit accru. Le salaire réel, c'est-à-dire l'ensemble des besoins que le salaire en argent permet de satisfaire, est évidemment seul en cause ici, et la hausse de ce que les Anglais appellent le *standard of life* est incontestée. Il n'y a pas bien longtemps, la chemise et les bas étaient des objets de grand luxe. Tout le monde connaît l'exemple classique de la reine Élisabeth d'Angleterre qui ne possédait que... deux chemises!

Cette hausse du niveau des besoins est si évidente que les socialistes, forcés d'en convenir, déplacent la question. « Votre situation comme hommes, disait Lassalle aux travailleurs de l'Allemagne, ne se mesure pas comparativement à la situation de l'animal dans la forêt vierge, ou comparativement à celle du nègre de l'Afrique, ni à celle du serf d'il y a deux cents ans ou même d'il y a quatre-vingts ans ; elle n'a pour mesure que la situation de vos contemporains et de vos concitoyens, que la situation des autres classes dans le temps où vous vivez. » Il n'est pas possible d'adhérer sans réserves à ce point de vue. Les inégalités naturelles produiront toujours des inégalités sociales, et la classe la moins favorisée se trouvera toujours malheureuse. Il n'y a pas de remède à cela. Mais

les meneurs socialistes ont intérêt à exciter les convoitises. On entretient ainsi la haine du prolétaire contre les autres classes, « comme le mendiant entretient la plaie qui le fait vivre ! »

En définitive, il y a là une méconnaissance voulue des faits ; car, comme l'écrivait il y a plus de cinquante ans Hipp. Passy, « si la civilisation, à mesure qu'elle avance, distribue inégalement les richesses qu'elle produit et multiplie, c'est sans rien ôter à ceux qu'elle traite le moins favorablement » (1).

L'événement a confirmé d'ailleurs cette vue de Bastiat, qui écrivait en 1848, peu de mois avant sa mort : « A chaque pas de l'homme dans la voie de la civilisation, ses besoins embrassent un cercle plus étendu » (2). — « Les faits, a pu écrire M. Leroy Beaulieu, démontrent avec une irrésistible évidence que toutes les classes ont participé au progrès général » (3).

Il faut renoncer enfin à ce pessimisme dangereux vers lequel on se sent entraîné après lecture de faits savamment groupés pour attiser le feu de la haine sociale. Voici par exemple une constatation des plus rassurantes et des plus topiques que fait M. Levasseur dans son *Histoire des classes ouvrières*. D'après cet auteur, avant 1789, en France, « la moyenne de la vie était de 28 ans environ ; elle dépasse aujourd'hui 37 ans, c'est-à-dire qu'avant 1789 beaucoup plus d'enfants ou de jeunes gens, faute de soins, d'aliments, de bien-être, étaient moissonnés avant l'âge : signe de misère. Les générations qui s'élevaient, étaient, quoi qu'on dise, plutôt chétives que robustes. Un homme de cinq pieds ($1^{m},625^{mm}$) était bon pour la milice, et le quart ou 25 p. c. de ceux qui tiraient au sort étaient exemptés pour défaut de taille. Aujourd'hui (1867), la taille moyenne de l'armée est de $1^{m},65$. » Objecterez-vous que ces constatations sont

(1) *Mémoires de l'Institut*, 1839. T. II de la 2me série, p. 310.
(2) *Harmonies économiques*, ch. XVI.
(3) *Essai sur la répartition des richesses*, p. 44.

relatives à la France seulement? « Les salaires des ouvriers, dit M. de Nadaillac dans son livre sur *La Natalité en France* (1), ont subi une hausse générale dans tous les pays du monde. Comme classe, *ce sont certainement eux qui ont profité dans la plus large mesure de la progression de la richesse.* »

En Belgique, la hausse du salaire réel a été considérable. A ne considérer que le salaire nominal, on s'expose à errer gravement sur ce point. Il ne faut pas perdre de vue en effet le très bas prix des denrées alimentaires. L'énorme consommation d'alcool dans notre pays prouve trop surabondamment en faveur de l'élévation progressive du salaire réel.

La théorie du fonds des salaires, la doctrine du salaire nécessaire, la loi d'airain des salaires, tous ces avatars d'une même erreur sont démentis par les faits. Comment expliquer l'insistance du socialisme à prêcher ces faux dogmes, sinon par la raison que nous avons indiquée? J'en trouve l'aveu dans le mot échappé à Halle à l'orateur socialiste et député au Reichstag Liebknecht: « Agitationsmittel. » La loi d'airain des salaires et le fantôme de la faim qu'elle fait évoquer, c'est cela, et ce n'est que cela : « Agitationsmittel » : c'est un moyen d'agitation. On a bien dénommé son inventeur « l'agitateur Lassalle. »

On peut rattacher plus spécialement la doctrine de Henry George à la loi de la rente de Ricardo qu'il tient pour démontrée.

A la vérité, la doctrine de Henry George et celle de Ricardo lui-même se ramènent aisément à l'aphorisme d'Ad. Smith. L'affirmation que toute valeur vient du travail, et cette autre : que la terre, d'abord sans valeur (d'échange), n'acquiert de prix qu'au fur et à mesure de sa mise en culture, sont intimement liées. Pour Ricardo, la rente naît et s'accroît par l'accroissement de la population.

(1) P. 129.

L'accroissement de richesse produite qui lui est connexe profite aux seuls propriétaires du sol. Ceux-ci accaparent donc tout l'avantage que la collectivité devrait retirer de l'augmentation de la population.

A proprement parler, *la loi de Ricardo,* c'est la mise en culture successive des sols de moins en moins fertiles. Le premier agriculteur est censé occuper le meilleur sol du pays et ainsi de suite.

Mais ce choix, fort *logique,* ne s'est pas fait comme le pense Ricardo. Les établissements se fondent, comme Tacite le dit des Germains : *ut fons, ut nemus placuit.* C'est une source limpide qui promet à la tribu l'onde désaltérante sans laquelle ses membres ni ses troupeaux ne sauraient vivre ; c'est une forêt qui fournit l'ombre à l'heure du soleil, le feu à l'heure du repas et à la saison des frimas, et parfois l'alimentation, si ses arbres sont frugifères.

Éclatant est le démenti que les faits ont donné à cette affirmation de Ricardo, que le prix des subsistances s'établit d'après le travail que demande pour les produire le plus pauvre des sols cultivés. C'est précisément le contraire qui arrive. Le prix des subsistances s'établit d'après les frais que demande pour les produire le plus riche des sols cultivés. Et même c'est ce qui a amené la ruine de l'agriculture dans la vieille Europe. L'on combat partout — donc l'on constate — cette conséquence du libre échange, en établissant des droits protecteurs.

Si l'on objectait que la loi de Ricardo, démentie quant au présent grâce aux immenses défrichements que notre siècle a vu opérer, est destinée à se vérifier dans l'avenir, la réponse serait facile : car dans le revenu qui va toujours diminuant du loyer du sol, il y a une part de plus en plus grande qui rémunère le capital engagé. La rente ne diminue donc pas seulement d'une manière absolue (le prix du fermage), mais encore d'une manière relative (part dans ce prix, rente au sens propre du mot).

IV

Indiquons où gît pour nous l'intérêt pratique de cette étude théorique sur la genèse des doctrines socialistes relatives à l'économie politique.

Les catholiques ne sauraient évidemment donner leur adhésion à l'intégralité de la doctrine socialiste, puisqu'elle est matérialiste.

Mais lorsqu'il s'agit de la doctrine économique du socialisme, la question change d'aspect. L'enseignement économique du socialisme est séduisant dans sa tendance avouée, la recherche de la *justice sociale*. Y a-t-il un terrain d'action commune où les socialistes peuvent se rencontrer avec les catholiques? Les considérations qui précèdent répondent à cette question. Le socialisme, en tendant où il tend, ne réalisera pas la justice sociale, qui ne se conçoit pas sans que la responsabilité morale des individus en soit la condition nécessaire. L'alliance, possible certes en vue de l'obtention d'une réforme déterminée, sera essentiellement éphémère.

Nous venons de voir d'ailleurs que les socialistes se trompent en prétendant que les sociétés modernes sont atteintes, au point de vue économique, d'un vice organique. Il paraît, de plus, et dès l'abord, évident que le collectivisme ne saurait faire subsister l'humanité. L'intérêt social réclame donc impérieusement que l'appropriation individuelle reste possible et licite.

Dans son opuscule célèbre, *La Quintessence du socialisme,* Schäffle a dû reconnaître que ce qui manque à la conception collectiviste de la production économique, c'est un moteur de l'activité personnelle équivalent au mobile égoïste qui porte l'homme à produire pour son avantage propre et celui de sa famille

Mais il s'illusionne en croyant qu'on trouvera en dehors de la propriété ce moteur indispensable du progrès

social. « Il doit paraître inconcevable, écrit-il, que les écrivains du socialisme ne perfectionnent pas avant tout leurs théories dans le but de conserver et de fortifier au plus haut degré les garanties individuelles de l'économie productive. Par la conservation d'une féconde concurrence de travail d'après le principe de la valeur sociale du travail, le socialisme pourrait, avant tout, se rendre pratiquement compatible avec tous les bons côtés de l'économie politique existante. »

Il est bien vrai que la *quintessence du socialisme* telle que Schäffle la conçoit est bien différente du *socialisme intégral* tel que B. Malon l'a décrit (1). Mais la citation que nous avons faite prouve péremptoirement, croyons-nous, l'impuissance du socialisme à donner à la production économique le stimulant indispensable à son développement normal. Ce stimulant, vaguement entrevu par Schäffle, ne peut être que la propriété elle-même. Nous comprenons, quant à nous, que les théories du socialisme ne se perfectionnent pas sur ce point; et une seule chose nous paraît inconcevable, c'est l'adhésion du Dr Schäffle au socialisme, alors qu'il fait si bien toucher du doigt le vice fondamental du système.

Le *principe* de la propriété doit rester intangible ; il ne s'ensuit pas que tout *régime* de propriété soit favorable au bien général. Il ne faut pas que l'application du principe aboutisse à des conséquences antisociales. Elle est odieuse quand elle réduit à la portion congrue l'énorme majorité des citoyens.

Il est évident qu'il existe de *trop grandes* inégalités sociales, et qu'il faut tendre à éliminer du corps social deux catégories d'individus : ceux qui ne produisent rien

(1) De l'avis de Schäffle, il n'est pas vrai que le socialisme soit nécessairement matérialiste. L'auteur reconnaît et déplore que « les partis actuels du socialisme représentent l'irréligiosité au plus haut degré, » ce qui nous étonne moins que lui, le socialisme étant selon nous logiquement matérialiste.

(alors qu'ils le pourraient), tout en consommant à l'excès; et ceux qui, empêchés de produire malgré leurs aptitudes physiologiques, sont empêchés aussi de consommer normalement. La suppression de ceux-là, il est permis de le croire, diminuerait le nombre de ceux-ci. « Les richesses particulières, dit Montesquieu, n'ont augmenté que parce qu'elles ont ôté à une partie des citoyens le nécessaire physique; il faut donc qu'il leur soit restitué. »

La propriété ne se justifie pas *à l'infini*. Sa raison d'être dernière, c'est l'intérêt de la collectivité. M. É. de Laveleye a fait remarquer qu'il faut la concevoir ainsi, d'après la définition même du Digeste : *Jus utendi et abutendi re sua quatenus juris ratio patitur*. M. de Laveleye traduit comme suit : « Droit d'user et de disposer autant que le permet la raison même qui a donné naissance au droit, c'est-à-dire l'utilité générale. »

Prenons un exemple, pour rendre cette vérité plus claire. L'on donne généralement de la *prescription* cette justification juridique et sociale : la nécessité de rendre la propriété certaine. Il y a en réalité une justification juridique et sociale bien plus satisfaisante de la prescription : c'est que la raison d'être du droit n'existe plus dans le chef de celui qui a laissé prescrire contre lui, mais bien dans celui qui a prescrit à son profit! C'est évidemment là, dans le régime positif du droit de propriété, une application du concept rationnel de la propriété. La communauté est intéressée à ce que l'appropriation profite directement à quelqu'un de ses membres, et ainsi, bien qu'indirectement, à la collectivité tout entière.

Autre exemple. C'est en vertu du droit de disposer, conséquence de la propriété, que le débiteur engage son patrimoine en contractant un emprunt. Toute l'organisation du crédit est basée sur cette application de la propriété. Cependant, dans un haut intérêt social, les lois des divers pays exemptent certains biens de la saisie, notamment le lit et les vêtements du débiteur et de sa famille,

les outils nécessaires à l'exercice de sa profession, etc. Certaines législations étendent l'exemption beaucoup plus loin, telles les lois qui créent le *homestead*. Ce sont là des applications point du tout inventées du *concept social* de la propriété privée. La société est intéressée à la conservation des familles et de leurs moyens essentiels d'existence. C'est la justification du *homestead*.

La propriété cesse d'être légitime lorsqu'elle cesse d'être un élément de progrès social ; elle est une nécessité sociale, non une nécessité individuelle. Néanmoins sa diffusion est désirable. « La propriété démocratisée, a dit M. de Laveleye, est la seule base solide de la démocratie. »

Quand la concentration de la propriété foncière est excessive, comme en Irlande, le régime de la propriété est en désaccord avec son concept rationnel. La concentration des capitaux peut aussi devenir redoutable et tourner au détriment de la collectivité.

Efforçons-nous de discerner ici le licite de l'illicite. A en croire les socialistes, tout accroissement de la richesse privée est un vol fait à la société. C'est là une théorie excessive. Il y a sans doute une part de vérité dans cette erreur, ou si l'on veut, il est une vérité qui, mal comprise, a donné l'existence à l'erreur. Cette vérité, la voici : Tout enrichissement individuel est la résultante de l'effort personnel, combiné avec la participation inconsciente de la collectivité.

Cette collaboration mystérieuse, on l'appelle communément la chance. La prétendue chance, c'est la correspondance de l'effort individuel aux besoins réels ou factices de la société. L'invention de Bessemer l'a prodigieusement enrichi, parce qu'il s'est fait un emploi énorme de l'acier. Supposez la découverte de Bessemer réalisée dans une société rudimentaire, où la production économique fût moins intense, où les chemins de fer et conséquemment les rails d'acier fussent inconnus, l'acier de Bessemer se fût trouvé sans destination, Bessemer n'en eût pas fabri-

qué, très probablement même n'eût-il jamais songé à rechercher le moyen de fabriquer l'acier à bon marché!

Que s'ensuit-il? Ceci, et seulement ceci : que plus un homme s'enrichit, plus il est comptable de sa richesse à la collectivité. On peut conclure de là à la légitimité de l'impôt progressif qui, pour le dire en passant, s'il ne frappe que le revenu (1), ne porte aucune atteinte au principe de la propriété. Sainement compris, l'impôt progressif ne doit pas réaliser à la longue l'expropriation, comme le souhaitent les collectivistes, mais, bien au contraire, permettre la libre accumulation des capitaux. Car il aura pour effet de diminuer, voire de supprimer les inconvénients de l'accumulation. Les adversaires de l'impôt progressif sur le revenu ne tiennent pas suffisamment compte qu'en bonne logique il doit être *finiment* progressif et de plus qu'il suppose la conservation de la possession de l'intégralité du capital dans le chef de l'imposé. Il est superflu d'ajouter que l'impôt progressif est conforme à la justice, et cela *prima facie*. Montesquieu dit fort bien : « Il faut distinguer dans les biens de chacun le nécessaire, l'utile et le superflu. Le nécessaire ne doit pas être taxé, l'utile doit l'être, et le superflu beaucoup plus que l'utile. » L'impôt progressif, ce n'est pas nécessairement l'impôt unique sur le revenu. Il n'a rien d'effrayant. En Belgique il est déjà réalisé dans certaines bases de la contribution personnelle. En Hollande, les Chambres législatives discutent en ce moment un projet de loi tendant à établir un impôt progressif sur le revenu.

Si nous reprenons l'exemple de Bessemer, il nous montrera non seulement que l'état social a contribué à l'enrichissement du célèbre inventeur, mais encore que celui-ci a rendu à l'industrie et à la société un service immense qui légitime parfaitement ses énormes profits.

Nous venons de voir quel correctif peut être apporté

(1) L'impôt, qui est normalement une prestation *juridique* destinée à satisfaire à des services publics *permanents*, ne peut *jamais* atteindre le capital sans manquer son but.

par le régime fiscal de l'État à ces situations anormales. D'autre part, le sort des classes laborieuses doit faire à un titre tout particulier l'objet des préoccupations des pouvoirs publics, ainsi que l'enseigne en propres termes l'Encyclique *Rerum novarum*.

Les statistiques nous fournissent sur le paupérisme les plus lugubres renseignements. Dans les grandes capitales, on compte chaque année par *milliers* le nombre des *morts de faim;* dans les centres industriels, le nombre *pour cent* des ouvriers sans travail atteint pour certaines professions des proportions considérables... *Il faut* trouver un remède à de si patentes misères. Cependant nous ne pouvons admettre que l'État doive procurer du travail à ceux qui n'en peuvent trouver : il ne leur doit que l'assistance ; nous croyons qu'il est indispensable de maintenir le principe que la demande des bras doit résulter des besoins sociaux.

Mais l'intervention *indirecte* de l'État s'impose. Le grand mal, c'est l'isolement de l'ouvrier. Le droit d'association restera illusoire tant qu'il ne sera pas corroboré par le droit de posséder en commun. Rien de plus instructif à ce point de vue que le magnifique développement des sociétés ouvrières de l'Angleterre.

Sans doute, même en Angleterre, le *régime* du salariat a ses abus : l'on y trouve des ouvriers condamnés à un labeur excessif et des ouvriers mal rétribués. Mais le principe du salariat n'est point en cause ici. Que de prolétaires à qui le salariat a permis de s'élever dans la hiérarchie sociale ! On peut même dire qu'il a rendu cette élévation possible au grand nombre de ceux qu'y appelait « l'irréductible hiérarchie de la nature. »

Des modifications au régime du salariat sont nécessaires. Nous croyons que l'intervention de la loi est commandée lorsque la justice, dont la loi est la gardienne, est violée.

L'intervention indirecte en matière de salaire peut s'exercer de bien des manières. Sans tendre à agir sur e taux du salaire, elle peut influer sur le salaire réel, par

exemple sur le coût des denrées. Le développement des sociétés coopératives doit être favorisé ou du moins largement et bénévolement toléré.

L'auteur de ces lignes a visité l'une de ces coopératives anglaises — celle de Newcastle-on-Tyne — véritable État dans l'État, comme le disait lord Roseberry à la séance d'ouverture du Congrès coopératif de 1890. Elle réalise en plein la propriété collective (1), mais sans la *contrainte* du régime collectiviste. Car la fortune presque effrayante des coopératives est due au libre groupement des intérêts privés sous l'égide d'une législation qui s'est conformée aux mœurs, en se bornant à ne pas entraver la tendance à la concentration des capitaux.

Et maintenant, faut-il nous excuser d'avoir ajouté à ce travail des conclusions que le titre ne faisait peut-être pas prévoir ?

Nous avons cru qu'il ne suffisait pas de montrer dans quelles erreurs théoriques verse le socialisme. C'eût été là un exercice de logique assez vain, si nous nous fussions contenté de ces réflexions négatives. Car s'il faut combattre, au nom de la vérité, les erreurs dogmatiques et le pessimisme de la fausse science économique, il ne peut être question de nier la crise sociale ni l'urgence d'y chercher et d'y porter remède.

Il y a beaucoup à faire dans cet ordre d'idées ; nous avons touché quelques points seulement pour apporter notre contribution à la réforme sociale, et surtout pour affirmer notre conviction que celle-ci est possible sans compromission avec l'erreur économique.

ÉDOUARD VAN DER SMISSEN.

(1) Il est bien clair que cette propriété est parfaitement compatible avec la propriété privée; elles peuvent coexister et même elles coexistent. Au contraire, la propriété dite mal à propos collectiviste, c'est la détention juridique par l'État des moyens de production qui sont soustraits à l'appropriation.

L'appropriation n'existe plus qu'en vue de la consommation. L'expression *collectivisme* est donc plus exacte que l'expression *propriété collectiviste*, celle-ci impliquant une contradiction dans les termes.

LES

CONGRÈS SCIENTIFIQUES INTERNATIONAUX

DES CATHOLIQUES

Nos lecteurs savent déjà que la Société scientifique de Bruxelles a assumé la tâche d'organiser le troisième Congrès scientifique international des catholiques, qui se tiendra à Bruxelles en septembre 1894.

Pour les associer à cette mission et provoquer leur bienveillant concours, il a paru opportun de faire connaître dans la *Revue* cette œuvre qui, par tant de côtés, se rapproche de la Société scientifique, et dont on a pu dire avec raison que " désormais, dans l'arsenal des défenseurs de l'Église, il y aura une arme de plus „ (1).

Les œuvres, comme les hommes, s'apprécient par leurs fruits. Plusieurs de nos collaborateurs se sont partagé la besogne de rendre compte, d'après leur compétence spéciale, des travaux des deux congrès tenus précédemment à Paris en 1888 et en 1891.

Mais avant de leur donner la parole, il convient de jeter un coup d'œil rapide sur les origines et l'organisation des congrès scientifiques. Cette histoire a ses utiles leçons, et le passé peut éclairer l'avenir.

***

Au mois de décembre 1885, les catholiques de Normandie, réunis à Rouen en assemblée générale, formaient le projet de grouper en congrès international les hommes d'intelligence et de

(1) *Compte rendu du Congrès scientifique international des catholiques en 1891.* Introduction, p. 105. Toast de M. G. Kurth.

foi qui, dans tous les pays du monde, travaillent au progrès de la science, sans cesser d'être des fils dévoués de l'Église. Il n'est point permis de l'oublier, c'est à M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet, professeur à l'Institut catholique de Toulouse, auteur d'un remarquable ouvrage de controverse, *L'Apologie scientifique de la foi chrétienne,* que revient l'honneur d'avoir le premier conçu cette idée.

Entreprise opportune s'il en fut. Car, à quoi bon le dissimuler, l'impiété, depuis cent ans, multiplie ses efforts pour s'assurer l'hégémonie, sinon le monopole de la science. Elle proclame bruyamment devant la foule aveugle que la science a substitué son règne à celui de la foi, parce que le vrai savant est un incroyant, et que du reste, entre la science et la foi, les découvertes de ce siècle ont creusé un infranchissable abîme. Une controverse récente a montré que cette légende, qu'on cherche à implanter, ne hante pas seulement le crédule esprit du peuple; elle se fait jour même dans les préoccupations de l'austère penseur (1). Voilà pourquoi la nécessité s'impose de donner au monde l'éclatant et réconfortant spectacle de savants qui sont des chrétiens, et en qui la foi n'a pas porté atteinte à l'esprit scientifique.

Mais si l'entreprise était éminemment utile, ceux qui l'avaient conçue ne devaient pas tarder à s'apercevoir qu'elle constituait en même temps une œuvre singulièrement ardue. Pour la mener à bonne fin, il fallait non seulement affronter le sarcasme et les dédains de l'adversaire, mais, ce qui est plus pénible, vaincre les répugnances et les préjugés d'amis ou trop timorés à l'endroit de la réussite, ou illusionnés sur le caractère et le but de l'œuvre.

La Commission d'organisation, présidée par Mgr d'Hulst, recteur de l'Institut catholique de Paris, ne se laissa rebuter par aucun obstacle. Même l'ajournement du congrès, fixé d'abord à l'année 1887, ne parvint pas à ébranler les espérances des courageux organisateurs. On verra combien ils eurent raison, et combien eurent tort les timides et les prophètes de malheur.

Il n'est pas possible d'exposer ici, même d'une façon sommaire, le travail considérable de démarches dans tous les pays, auprès des hommes les plus considérables de science et de foi, auquel

(1) Revue des Deux-Mondes, 1er et 15 mai, et 1er juin 1891, articles de M. Taine, sur *La Reconstruction de la France en 1800;* Le Correspondant, 25 octobre, 1er et 25 novembre 1891, articles de M. l'abbé de Broglie sur *Le Présent et l'avenir du catholicisme en France.*

la Commission organisatrice s'est livrée pendant deux ans. Mgr d'Hulst a refait, avec l'élan qu'on lui connaît, l'histoire intime, mais vécue, de cette longue et laborieuse préparation (1).

Aussi ce fut avec un sentiment de douce et légitime fierté que le vaillant président de la Commission d'organisation, devenu pour lors le secrétaire général du congrès, put contempler le 9 avril 1888, à la première assemblée, les résultats de longs et persévérants efforts. Seize cent cinq membres avaient répondu à l'invitation; cinquante-cinq évêques de France et quarante-cinq évêques étrangers s'étaient groupés à l'appel du Saint-Père, déclarant l'entreprise des congrès scientifiques des catholiques une œuvre " féconde en heureux résultats, tant pour l'honneur bien entendu des sciences que pour la défense de la foi catholique „ (2).

Le premier congrès se tint à Paris, du 8 au 13 avril 1888, dans les salons de l'hôtel de la Société de géographie. Il fut présidé par Mgr Perraud, évêque d'Autun, membre de l'Académie française. L'éminent prélat, dans le discours de clôture qu'il prononça, y définit, avec une grande hauteur de vues et un langage éloquent, les devoirs du savant catholique. Nous en détachons ce passage significatif : " C'est à vous, savants chrétiens, qu'il appartient de mettre en œuvre vos recherches, vos travaux, vos découvertes, afin de donner satisfaction au légitime besoin de savoir qui devient de plus en plus la passion dominante de nos contemporains, et aussi pour que le naturalisme et l'athéisme ne puissent pas se prévaloir de l'indifférence apathique des fils de l'Évangile à l'égard des conquêtes de la science „ (3).

Cette satisfaction fut assurément donnée par l'adhésion au congrès de savants et de chrétiens tels que MM. d'Abbadie, d'Acy, de Beaucourt, de Bernon, Beurlier, Boussinesq, Branly, duc et prince de Broglie, Cucheval-Clarigny, Duchesne, Henri de l'Épinois, Ferrand, de Franqueville, Haton de la Goupillère, Hermite, Claudio Jannet, amiral de Jonquières, Lacointa, de Lapparent, Léon Lefébure, Martin, vicomte de Meaux, Méric, Merveilleux du Vignaux, Mis de Nadaillac, Ollé-Laprune, Planté, Récamier, Riant, de Richemont, Rondelet, de Rougé, Vigouroux, Mis de Vogué, de Vorges, Wolf, Paul Allard, Arcelin, Charaux, Chevalier,

(1) Congrès de 1888, t. I, p. LXVIII et suiv.
(2) Ibid., t. I, p. VII.
(3) Ibid., t. I, p. XC.

Desplats, Ducrost, Duilhé de Saint-Projet, Fouard, Fournier, de Lisleferme, Maisonneuve, de Margerie, de Marsy, Prunières, Robiou, Valson, Witz, Bon de Hertling, Dr Hettinger, Mgr Janssen, Danko, Dr Vering, Mgr Abbeloos, R.P. De Smedt, Mgr de Harlez, De Walque, Folie, Gilbert, Kervyn de Lettenhove, Kurth, Le Paige, Loomans, Mansion, Ruelens, de la Vallée Poussin, Canovas del Castillo, Rodriguez de Cepeda, Perry, Denza, J. B. de Rossi, Théodore de la Rive, etc., etc.

Nous ne pouvons songer à rappeler, même d'un mot, les mémoires qui furent présentés au congrès de 1888. On trouvera, dans les résumés qui seront faits tout à l'heure des travaux des différentes sections, l'analyse des principaux d'entre eux. Le congrès se divisa en six sections consacrées respectivement aux sciences religieuses, philosophiques, juridiques, historiques, mathématiques, physiques et naturelles, anthropologiques.

L'ensemble de ces mémoires, qui forme deux volumes compacts (1), a été favorablement apprécié, même par des adversaires que n'aveuglaient point des préjugés de sectaires.

Assurément, ce premier essai n'a point, du coup, atteint les limites de la perfection. Les organisateurs eux-mêmes ont dû déplorer de regrettables lacunes. Mais enfin, tel qu'il se présentait, ce début était de nature à encourager de nouveaux efforts.

Le but du congrès était atteint: il avait prouvé que nulle branche du savoir humain n'échappe à la compétence des catholiques. Si, pour des causes que nous n'avons pas à rechercher ici, ils ne tiennent pas partout la tête du mouvement, du moins ne peut-on, sans faire preuve d'aveugle injustice, leur refuser le mérite d'y contribuer dans une réelle mesure. Dans la liste des noms que nous avons cités tout à l'heure, toutes les spécialités se retrouvent, et reconnaissent, sur un point ou sur un autre, la trace d'un progrès réalisé par chacun de ces hommes.

La lecture des travaux et des discussions du premier congrès laisse une autre impression que nous tenons à accentuer. On sait combien les ennemis de la foi se plaisent à représenter le catholique comme rivé par le dogme, enserré dans des limites doctrinales qu'ils ont soin de prétendre étroites, et par suite essentiellement réfractaires au développement de la science. Eh bien, cette calomnie, fruit de la haine antireligieuse et plus souvent de l'ignorance, tombe devant l'examen sincère des théories et des idées émises au congrès de 1888. Tous ceux qui y ont pris

(1) Paris, 1889.

part se souviennent de l'esprit de saine tolérance et de large liberté qui anima les recherches, et cela, sans que rien fût sacrifié de la plus stricte orthodoxie. Comme l'a dit Mgr Perraud avec sa haute autorité, " de ce que des catholiques, très justement préoccupés de tenir compte d'une des recommandations les plus formelles du Sauveur, s'appliquent à discerner les signes et les caractères de leur temps et font dans toutes les directions de très vigoureux efforts pour ne demeurer étrangers à aucune science, il ne faut pas leur attribuer la pensée ni la prétention insoutenable d'avoir voulu déplacer l'axe de la religion, c'est-à-dire accommoder à l'esprit du jour et à ses exigences plus ou moins fondées les conditions qui, dès le commencement et d'institution divine, ont été assignées à la génération de la foi „ (1).

Le succès du premier congrès avait dépassé toutes les espérances; désormais, rien ne devait plus s'opposer au plein épanouissement de l'œuvre si heureusement commencée. Ce fut avec une confiance renouvelée, cette fois sûre d'elle-même, que la Commission d'organisation se remit, dès l'année 1889, à préparer le second congrès dont la date avait été fixée à l'année 1891. Les défiances de la première heure avaient disparu, l'expérience supprimait les tâtonnements du début.

Aussi le second congrès inscrivit-il à peu près cinq cents adhérents de plus que le premier, soit deux mille quatre cent quatre-vingt quatorze. Aux illustrations scientifiques que nous avons citées venaient se joindre MM. Bach, Grauert, Hüffer, Koschwitz, comte de Charencey, d'Avril, Babelon, Dr Guermonprez, Casartelli, Molloy, Pastor, Mgr Lamy, Dr Lefebvre, Mgr Mercier, Renard, Roersch, Soupart, colonel de la Llave, Sereix, Mis del Socorro, Silvela de Levielleuze, ministre de l'intérieur en Espagne, Wosinski, R. P. Denifle, César Cantù, Mgr Wilpert, et bien d'autres, qui nous pardonneront de ne pas les nommer ici.

Le deuxième congrès se réunit encore à Paris, du 1er au 6 avril; il tint les séances de sections à l'Institut catholique, rue de Vaugirard, et les assemblées générales à l'hôtel de la Société de géographie, boulevard Saint-Germain. La présidence du congrès fut dévolue à Mgr Freppel, évêque d'Angers et membre de la Chambre des députés.

(1) Congrès de 1888, t. I, p. LXXXIII.

A la dernière séance, l'éloquent prélat prononça un magistral discours sur les droits et les devoirs de la science dans ses rapports avec la révélation. Avec une grande vigueur, il dénonça l'intolérance de nos adversaires nous accusant de dénier à la science sa liberté légitime. Puis il a mis en pleine lumière le véritable esprit qui anime le savant catholique. En s'inclinant devant la vérité révélée, le chrétien sait, suivant l'admirable mot de Clément d'Alexandrie, que la foi peut devenir savante, sans que la science cesse de rester fidèle (1). Dès lors, quoi qu'en dise l'impiété, qui accumule à plaisir les préjugés autour de cette question, le catholique ne redoute, sur le terrain scientifique, aucun progrès.

Telle est, du reste, la grande manifestation qui ressort, éclatante comme la lumière, des travaux du congrès. Nul ne pourrait, s'il veut rester sincère, y signaler la moindre trace de parti pris ou d'étroitesse de vues dans les tendances générales. Au contraire, toute tentative de ce genre est demeurée isolée et n'a point rencontré d'écho. Aussi M. l'abbé de Broglie pouvait-il naguère invoquer l'exemple des deux congrès contre M. Taine, qui avait repris pour son compte la thèse surannée du conflit irrémédiable et radical de la science et de la foi (2).

Il nous reste à parler de la publication du compte rendu du second congrès. Grâce aux excellents imprimeurs de Mâcon, MM. Protat frères, l'impression a été rapidement menée. Dix mois après la tenue du congrès, tous les adhérents étaient en possession des huit fascicules formant un total de plus de 2000 pages. La plupart des branches du savoir humain sont représentées dans cette encyclopédie, et, comme on le verra par les rapports qui vont suivre, bon nombre de questions intéressantes ont été traitées.

On signalera sans doute des points faibles, on regrettera la mince part faite à certaines sciences. Nous ne voulons même point dissimuler qu'on a reproché à ces travaux le manque d'originalité.

Mais s'il ne nous en coûte pas d'avouer ces imperfections, il faut se garder pourtant d'en exagérer la portée. Ainsi, pour ne parler que de la dernière observation, on montrerait sans peine que bon nombre des sessions de l'Association britannique ou de l'Association pour l'avancement des sciences en France

(1) Congrès de 1891, 1re section, Introduction, p. 92 et suiv.
(2) *Le Correspondant*, n° du 25 novembre 1891, pp. 646, 647.

n'ont pas brillé davantage par l'éclat de quelque découverte nouvelle. Celles-ci n'arrivent pas toujours à point nommé et ne se commandent pas à date fixe comme attraction d'une réunion. Quant aux autres lacunes qu'il est aisé de signaler, elles doivent avoir pour effet de stimuler le zèle des futurs congrès. A quoi bon s'énerver en récriminations vaines? Que tous ceux qui déplorent des *desiderata* se mettent à l'œuvre pour les faire disparaître.

Avant de se séparer, le congrès de 1891 a décidé de se réunir de nouveau en 1894. " Afin d'affirmer le caractère international de l'œuvre, — ainsi s'exprime le compte rendu(1), — l'assemblée a été d'avis de la transporter cette fois hors de France „. Les Belges qui se trouvaient au congrès, sans engager d'une manière absolue leurs compatriotes, promirent leur concours empressé pour décider ceux-ci à prendre en mains la succession de l'entreprise.

Dès leur retour en Belgique, Mgr Lamy, MM. le Dr Lefebvre, Mansion, Kurth, etc., se sont mis à l'œuvre. Grâce à l'appui de l'Université catholique de Louvain, de la Société scientifique de Bruxelles, soutenue par la haute approbation de son Éminence le cardinal archevêque de Malines et des évêques de Belgique, et fortifiée par la bénédiction et les encouragements du Souverain Pontife, la Commission d'organisation a inauguré ses travaux.

Mais ici commence l'histoire du troisième congrès, et se clôt celle des deux premiers dont nous avions entrepris de donner une esquisse sommaire.

SCIENCES RELIGIEUSES

Au congrès de 1891, cette section, la première quant à la dignité de l'objet, et une des plus importantes par ses travaux, se réunit sous la présidence aussi active que bienveillante de Mgr Lamy, professeur à l'Université catholique de Louvain. Vingt-cinq mémoires y furent présentés, dont quinze obtinrent l'honneur de l'impression dans le *Compte rendu du Congrès*.

Dans le congrès précédent, on avait regretté que l'histoire des

(1) Congrès de 1891, 1re section, Introduction, p. 17.

religions n'y fût représentée que par un petit nombre de travaux, et l'on avait émis le vœu qu'au congrès de 1891 cet important objet d'étude attirât davantage l'attention des savants. Il a été fait droit à ce vœu dans une large mesure. Dans le congrès actuel, quatorze mémoires présentés roulent sur des points regardant l'histoire des religions ; dix de ces mémoires ont été imprimés. En voici les titres : *État actuel de la science des religions* (1), par M. l'abbé Peisson. — *L'Origine égyptienne de la Kabbale* (2), par M. l'abbé Busson. — *Les Dieux nationaux de Ninive et de Babylone* (3), par M. l'abbé Loisy. — *La Loi de l'unité de sanctuaire en Israël* (4), par M. l'abbé de Broglie. — *L'Incarnation d'après le Bhâgavata-Purâna* (5), par M. l'abbé Roussel. — *La Transformation du paganisme romain au IVe siècle* (6), par M. Paul Allard. — *Les Vestiges du culte impérial à Byzance et la querelle des Iconoclastes* (7), par M. l'abbé Beurlier. — *Gazâli. Le Traité de la rénovation des sciences religieuses* (8), par M. le baron Carra de Vaux. — *Peut-on reconnaître des traces de la révélation primitive dans la théologie de l'ancienne Égypte* (9), par M. F. Robiou. — *Le* Chang-ti *et le* Tien *dans l'antiquité* (10), par M. P. Antonini.

M. l'abbé Peisson donne d'intéressants détails sur la fondation du musée Guimet et sur les transformations qu'il subit. Ce musée contient tous les dieux de l'Inde, du Japon et de l'Égypte, et d'autres monuments religieux des peuples infidèles. On y a joint une riche bibliothèque d'ouvrages écrits dans les principales langues orientales et traitant des questions religieuses. Le musée Guimet a deux organes, les *Annales* et la *Revue de l'histoire des religions;* celle-ci est malheureusement rédigée dans un esprit hostile à toute révélation surnaturelle. — Des cours d'histoire des religions ont été érigés à Paris, à Oxford, à Westminster, à Glasgow, à Saint-Andrews, à Édimbourg, à Aberdeen, à Leyde, où il y a une faculté consacrée tout entière à l'histoire des religions, à Genève, à Bruxelles, à Rome, à Leipzig, à Athènes, en

(1) Congrès de 1891, IIe section, p. 5.
(2) Ibid., p. 29.
(3) Ibid., p. 52.
(4) Ibid., p. 69.
(5) Ibid., p. 90.
(6) Ibid., p. 123.
(7) Ibid., p. 167.
(8) Ibid., p. 209.
(9) Ibid., p. 235.
(10) Ibid., p. 251.

Pensylvanie. De remarquables ouvrages ont été publiés sur ce sujet; M. Peisson indique les principaux. Il signale aussi à l'attention l'école néo-bouddhique, qui compte de nombreux prosélytes dans toutes les parties du monde. — N'oublions pas de signaler la *Revue des religions,* dirigée par M. l'abbé Peisson lui-même et qui, à peine fondée, jouit déjà de la haute estime des savants.

M. l'abbé Loisy nous fait connaître, par l'analyse des inscriptions cunéiformes, la position prépondérante des dieux Asur et Marduk. Le premier, dieu national de Ninive et des Assyriens, est un dieu guerrier, supérieur à toutes les autres divinités, associé à la déesse Istar. Tout dans l'empire assyrien se fait par lui et pour lui; les rois sont ses pontifes et ses serviteurs, ils ne travaillent et ne combattent que pour sa gloire. Asur disparaît tout à coup avec la chute de Ninive. Marduk est le grand dieu de Babylone : sa gloire s'élève et s'abaisse avec celle de la cité qu'il protège ; elle n'atteint jamais à la hauteur de celle d'Asur. La théologie des Assyriens et des Babyloniens est fort rudimentaire. Asur est surtout un dieu terrible et puissant, Marduk est bon et bienfaisant, il aime ses adorateurs. Aucun des deux ne parvient à être un dieu universel.

De tous les travaux lus au congrès, celui qui semble avoir été le plus remarqué et le plus minutieusement discuté, c'est le mémoire du savant abbé de Broglie sur l'unité de sanctuaire en Israël. La critique rationaliste prétend que la loi du sanctuaire unique est, dans la législation d'Israël, non point une institution primitive, remontant à Moïse, comme l'attestent l'histoire écrite officielle et la tradition incontestée de la nation, mais une disposition récente, fictivement rapportée au législateur du Sinaï et dont la vraie origine devrait être fixée par l'histoire au temps de Josias, ou tout au moins au temps d'Ézéchias. Les rationalistes prétendent confirmer leur explication par les documents mêmes de l'histoire officielle et de la tradition. La Bible et la tradition, scrutées avec attention, rendraient, si nous en croyons nos adversaires, témoignage contre elles-mêmes. M. l'abbé de Broglie examine le bien fondé de cette assertion. Il fait abstraction de l'authenticité du Pentateuque; il se demande seulement si ce livre, tel qu'il est parvenu jusqu'à nous, rend, oui ou non, témoignage contre lui-même et contre la tradition à laquelle il a donné naissance. Or, voici ce que nous apprend la Bible et ce que l'on peut conclure de ses récits. La législation relative au sanctuaire

légitime subit avec le temps plusieurs modifications. La loi de l'Exode (ch. xx) permettait les sanctuaires et les sacrifices privés; le culte sacrilège du veau d'or, pratiqué au pied du Sinaï, provoqua la loi du Lévitique (ch. xvii), concentrant le culte au seul tabernacle avec une telle rigueur, qu'aucun animal ne pouvait être tué sans qu'il fût d'abord présenté à Jéhovah devant son tabernacle. Cette loi n'était que pour l'époque du séjour d'Israël au désert. La loi du Deutéronome (ch. xii) remplaça celle du Lévitique, lorsque le peuple se fut établi dans la terre de Chanaan. Plus tard, sous le prophète Samuel, l'arche, après avoir été au pouvoir des Philistins, demeura pendant des années séparée du tabernacle. C'est ainsi que le tabernacle cessa d'être le sanctuaire unique, et conséquemment les fidèles Israélites, à l'exemple du prophète lui-même, se crurent autorisés à adorer Jéhovah dans des sanctuaires privés. La construction du temple rétablit en droit les prescriptions du Deutéronome; mais, en fait, le culte des hauts-lieux continua, cher au peuple et aux prêtres qui étaient attachés à ces sanctuaires; les prophètes ne réclamèrent pas contre la coutume existante; bien plus, ils s'y conformèrent eux-mêmes dans le royaume des Dix tribus. Tel est le système d'interprétation développé par le savant professeur de l'Université catholique de Paris. Quoiqu'il ne soit pas à l'abri de toute objection, il est bien plus probable que l'hypothèse rationaliste, qui contredit toute l'histoire et toutes les traditions du peuple de Dieu, et qui fait du livre de la Loi l'œuvre de misérables faussaires dont personne, jusqu'à notre xixe siècle, n'aurait soupçonné l'insigne fourberie.

Une étude de théologie indienne, présentée par M. l'abbé Roussel, donne la vraie notion de l'Incarnation d'après le *Bhâgavata-Purâna*. Le seul dieu indou qui se soit fait homme est Vishnou, la seconde personne de la Trinité composée de Brahma, le créateur, de Vishnou, le conservateur, et de Çiva, le destructeur. Vishnou s'est incarné un grand nombre de fois et, puisque ses incarnations ne sont souvent que partielles, dans plusieurs personnages à la fois; ces personnages étaient parfois rivaux et même ennemis. Une des plus illustres incarnations de Vishnou fut Krishna. M. Roussel raconte quelques traits de l'histoire de cette fameuse divinité. Ils présentent des ressemblances frappantes avec les traditions évangéliques sur le Christ. Quoique le *Bhâgavata-Purâna* parle une fois d'une conception virginale, les incarnations de Vishnou ne se font jamais dans le sein d'une vierge mère. Avant de naître d'une femme, le dieu

doit d'abord s'incarner dans le corps de son mari. Vishnou s'incarne à la fin de chaque monde, pour le sauver de la décadence en le détruisant et en le renouvelant aussitôt. Toutes ces incarnations ont pour but la protection et le bonheur des créatures : elles effacent les péchés du monde, répandent la connaissance des Védas et apprennent ainsi aux hommes le chemin du salut. Elles détruisent l'empire des mauvais génies. Le dieu fait homme donne à ses semblables l'exemple des vertus et les porte ainsi à l'imiter. Telle est, d'ailleurs, son influence salutaire, que pour être sauvé, il suffit de prononcer son nom, ne fût-ce que par distraction, car ce nom renferme en lui une puissance de conversion irrésistible.

Le *Bhâgavata-Purâna* ne porte point de date. Parmi les brahmanes, les uns font remonter ce poème à une antiquité prodigieuse, d'autres, très versés dans la littérature puranique, soutiennent qu'il fut composé vers le XIIe siècle de notre ère par le grammairien Vopadeva. Eugène Burnouf incline à croire que ce Vopadeva, auquel lui aussi attribue le *Bhâgavata-Purâna,* vivait dans la dernière moitié du XIIIe siècle de notre ère. Il pouvait alors connaître l'histoire évangélique et se donner le plaisir de former son dieu Krishna à l'image du Dieu sauveur des chrétiens.

M. Paul Allard, l'historien des persécutions, disserte, avec la compétence qu'on lui reconnaît, sur la transformation du paganisme romain au IVe siècle. La religion nationale de Rome, après avoir identifié les vieilles divinités du Latium avec les dieux de l'Olympe, en vint, au IVe siècle, à échanger le culte de ceux-ci contre les théurgies orientales de l'Égypte et de l'Asie. Le soleil, " l'astre divinisé, semble fondre tous les dieux au feu de ses rayons, dieux grecs et romains, dieux asiatiques; de tous ces métaux en fusion se forment des amalgames étranges: on honore le Jupiter Soleil Sérapis, le Jupiter Sabazius, le Jupiter Baal. „ Ce fut surtout le culte du dieu Feu-Soleil Mithra qui devint populaire chez le peuple-roi. Les cérémonies du culte mithriaque avaient beaucoup de ressemblance avec celles de la liturgie chrétienne. Il y avait là pour les chrétiens faibles encore dans la foi un vrai danger de perversion et, pour les infidèles, un prétexte spécieux pour ne point échanger la vérité chrétienne contre l'erreur mithriaque. Le mithriacisme avait ses rites d'initiation, parmi lesquels le plus célèbre est la taurobolie ou la criobolie, c'est-à-dire la purification par l'aspersion du sang de taureau ou de bélier. M. P. Allard donne d'intéressants détails sur cette cérémonie repoussante. — La transformation de

la religion romaine fut une œuvre lente, qui se produisit et s'acheva par le cours insensible des idées et du temps, sans brusque déchirement ni rupture éclatante. Elle passa presque inaperçue aux yeux des apologistes chrétiens, qui continuaient à combattre les dieux grecs et latins encensés au nom de l'État et siégeant toujours au Capitole. Saint Augustin pourtant distingua la nouvelle position prise par le paganisme, et un demi-siècle avant lui, Firmicus Maternus l'avait comprise plus exactement.

On sait que les empereurs payens de Rome se faisaient, de leur vivant même, adorer comme des divinités. Toutes les formules de la chancellerie impériale étaient empreintes de cette idée idolâtrique. Ces formules continuèrent à être employées lorsque les empereurs eurent embrassé le christianisme, et le peuple continua à se prosterner devant leurs statues; mais alors ces hommages avaient perdu leur signification primitive. M. l'abbé Beurlier examine, dans un beau travail, les vestiges de ce culte impérial à Byzance et l'influence que les pratiques de ce culte exercèrent sur la querelle des iconoclastes. Les orthodoxes, défenseurs du culte rendu aux images saintes, tiraient un argument *à fortiori* des honneurs qu'on rendait aux images des empereurs. En Occident, on s'indignait de voir décerner les honneurs de l'adoration à des hommes mortels et, par une réaction explicable mais non excusable, on refusait d'admettre dans les églises des images saintes comme objets de culte ; on ne les acceptait que comme des prédications vivantes destinées à rappeler au peuple l'histoire du Christ et des saints. Telle fut la décision du concile d'Elvire. Les théologiens francs, chargés par Charlemagne d'examiner les actes du IIe concile de Nicée, se prononcèrent dans le même sens dans les *Livres carolins*. Le pape Hadrien prit la défense du concile et rectifia les notions inexactes des *Livres carolins,* mais il laissa sans réponse les attaques qui y sont dirigées contre l'adoration des images impériales et contre la terminologie de la chancellerie byzantine. La doctrine des livres carolins fut néanmoins adoptée par les évêques francs. Ils ne tolérèrent les images que comme moyen d'enseignement aux fidèles. “ Les anciens, dit saint Agobard de Lyon, ont permis que l'on plaçât dans les églises des images de saints peintes ou sculptées, mais c'est pour rappeler les faits historiques et non pour qu'elles soient vénérées. „ Cette pratique reçut l'approbation du pape saint Grégoire le Grand.

Le mémoire de M. Carra de Vaux sur le philosophe arabe Gazâli est particulièrement intéressant, parce qu'il est fait sur des textes arabes qui n'avaient pas encore été traduits. Il nous fait assister à l'évolution des conceptions philosophiques et religieuses dans une intelligence d'élite, mais imbue des doctrines fatalistes du Coran.

L'égyptologue bien connu, M. F. Robiou, a publié dans la Science catholique (15 nov. 1891) un fort beau travail intitulé : *Peut-on reconnaître dans la théologie de l'ancienne Égypte des traces de la révélation primitive?* Ce mémoire fut produit au congrès, mais le compte rendu n'en publia qu'une analyse détaillée. On y examine successivement : la consubstantialité, y a-t-il une trinité égyptienne? la vie future, Osiris y est-il libérateur ? la vie future, l'enfer, le purgatoire et le ciel, la tache originelle, la résurrection. L'auteur arrive à cette conclusion générale: " Il importe souverainement de ne pas perdre de vue ce grand *fait,* qu'il a existé de tout temps dans l'humanité une tradition spiritualiste, graduellement affaiblie d'ailleurs dans les masses par la marche du temps jusqu'à la venue du Messie. Mais il importe grandement aussi de ne pas accepter comme démonstration de ce fait des rapprochements qui seraient simplement possibles entre des traditions nationales et la tradition de la vérité révélée. Ces rapprochements doivent être étudiés avec soin, mais critiqués sévèrement. Nous avons reconnu ici que plusieurs sont incontestables, mais qu'ils ne sont pas aussi nombreux qu'on a pu le penser quelquefois. „

M. Paul Antonini, sinologue spécialiste, étudie sur les anciens textes chinois quelle est la vraie notion du Chang-Ti et du Tien, l'Esprit du ciel et le Ciel. Il établit que dans l'antiquité chinoise le Chang-Ti n'est pas distinct du Tien; que le Tien est un être personnel, intelligent : c'est le roi suprême du ciel. Les anciens Chinois croyaient à une providence intelligente, sachant tout, voyant tout, et faisant partout sentir son action.

L'honorable président de la section, Mgr Lamy, a lu un travail fort consciencieux sur *Les Progrès réalisés dans la littérature syriaque au XIXe siècle* (1). Ces progrès sont fort considérables et doivent stimuler l'ardeur des savants pour qu'ils se portent à

(1) Congrès de 1891, IIe section, p. 187.

de nouvelles recherches dans un champ si fécond et encore si imparfaitement exploré.

N'oublions pas de signaler les belles découvertes (1) faites sur les ruines de Carthage par le R. P. Delattre, missionnaire d'Alger. Le savant archéologue communique au congrès, comme fruit de ses travaux, une magnifique série d'inscriptions chrétiennes, provenant de la *Basilica majorum.*

Cette Basilique est décrite par M. l'abbé Pillet (2). On y a trouvé, entre autres monuments, une mosaïque où l'auteur voit une représentation de l'illustre martyre africaine, sainte Perpétue. D'autres membres du congrès combattent cette opinion.

Mentionnons enfin une dissertation de M. l'abbé Ansault sur *Le Culte de la croix avant Jésus-Christ* (3). Les conclusions du respectable auteur furent vivement combattues au congrès. Après une longue discussion, Mgr Lamy félicita l'auteur de l'ardeur qu'il a mise à défendre ses convictions. Il constata que les objections produites sont très sérieuses et prouvent qu'il y a lieu à un examen minutieux des textes et des monuments avant d'arriver à une conclusion.

J. Corluy, S. J.

SCIENCES PHILOSOPHIQUES.

Les travaux de la troisième section sont très variés. Toutes les branches de la philosophie y sont représentées par des œuvres de valeur, depuis l'introduction à la philosophie jusqu'à la métaphysique la plus haute, en passant par la physique générale, la psychologie et l'histoire.

M. Ch. Huit, professeur honoraire aux Facultés catholiques de Paris, dans un mémoire qu'il intitule : *Coup d'œil sur le vocabulaire philosophique contemporain* (4), se plaint, à juste titre, de l'anarchie qui règne dans le langage philosophique, expression de l'anarchie qui règne dans les esprits. Non pas que les néologismes soient à repousser *à priori :* la langue marche comme un fleuve ; à des pensées nouvelles, à des modalités nouvelles de la pensée, il faut des mots nouveaux ; mais il est incontestable que nous sommes aujourd'hui inondés de néologismes " mieux faits pour

(1) *L'Épigraphie chrétienne à Carthage.* Congrès de 1891, IIe section, p. 134
(2) *Les Ruines de la* Basilica majorum *à Carthage.* Ibid., p. 158.
(3) Ibid., pp. 289-293.
(4) Congrès de 1891, IIIe section, p. 5.

déconcerter que pour éclairer. „ Or, d'accord avec M. Huit, “ nous savons un gré infini à l'écrivain qui, pour traduire ses propres conceptions, veut bien, dans la mesure du possible, se servir de mes idées et me parler mon langage „ (1).

M. l'abbé de Broglie, cet esprit large, avide d'efforts dans toutes les directions de la pensée, sur le terrain des mathématiques et des sciences aussi bien que sur celui de l'histoire et de l'apologétique, a voulu tenter de remédier à l'anarchie intellectuelle dont nous nous plaignions tout à l'heure, en rappelant les philosophes au respect du bon sens, c'est-à-dire des affirmations spontanées de l'humanité (2). Soucieux, sans doute, de ne pas heurter trop directement la petite vanité des spéculateurs à outrance, M. de Broglie appelle les données du bon sens d'un nom gazé d'euphémisme : *les données synthétiques naturelles.*

Nous trouvons les considérations développées par M. de Broglie fort justes, à condition toutefois que l'on ne perde pas de vue que les données du bon sens sont simplement un point de départ, et qu'il appartient à la science et à la philosophie, en un mot à la raison réfléchie, de les contrôler et au besoin de les amender. Sinon, comme on l'a très bien dit au cours de la discussion engagée sur la portée précise du mémoire, “ ce serait faire prisonnière la science qui a la mission et le privilège de s'élever plus haut „ (3).

Un autre moyen de remédier à la division des esprits et à l'orgueil de l'originalité qui en est la cause principale, ce serait de rattacher davantage le présent au passé, de rétablir la chaîne qui relie nos efforts d'aujourd'hui aux doctrines des âges antérieurs. M. l'abbé Élie Blanc, professeur à l'université de Lyon, recommande à cet effet l'étude de *l'histoire de la philosophie* (4), et, pour donner à ses réflexions une conclusion pratique, exprime le vœu que les amis de la scolastique entreprennent de concert une *Encyclopédie des sciences philosophiques.* Nous applaudissons à ce vœu, car nous sommes convaincu que “ nulle philosophie ne peut s'appuyer, comme la nôtre, sur le témoignage constant et l'expérience décisive du passé. „

(1) Au premier congrès de 1888, M. Ch. Huit avait présenté deux mémoires ayant respectivement pour titre : *La Métaphysique pessimiste* (tome I, p. 203); *Platon au moyen âge* (tome I, p. 372).

(2) *Des données synthétiques naturelles et de leur emploi méthodique pour l'acquisition de la vérité philosophique.* Congrès de 1891, IIIe section, p. 208.

(3) Ibid., p. 286.

(4) *Note sur l'histoire de la philosophie.* Ibid., p. 154.

La section des *sciences philosophiques* n'eût pas justifié son nom si elle n'avait cherché à creuser les problèmes de la matière et de la vie.

M. le Dr Charles Braig, curé de Wildbad (Wurtemberg), s'est attaché à résumer ce que l'astronomie, la physique et la chimie nous disent de la matière (1). Ce qu'elles nous ont appris, conclut-il, avec plus de netteté et de précision que les observations d'ensemble qui seules jadis étaient possibles, c'est " que la matière est inerte, qu'elle remplit l'espace, qu'elle est divisible jusqu'à un point donné, qu'elle est capable de former suivant des lois fixes des mouvements mécaniques ou des combinaisons chimiques, „ mais " tout cela, ajoute-t-il, ne nous a pas indiqué le dernier fond de la matière ni ses propriétés essentielles. „

C'est dans les débats qui suivirent la lecture du mémoire que la question du dernier fond de la matière et de ses propriétés essentielles vint à l'ordre du jour.

On se souvient qu'au congrès de 1888, à la suite d'une note sur *la matière et la forme* de M. l'abbé Farges (2), une discussion très animée s'engagea entre lui et M. de Lapparent au sujet de la constitution intime des composés chimiques.

Comment les éléments persistent-ils dans le composé ?

Pas formellement, dans leur nature propre, disait M. Farges avec les anciens scolastiques, mais *virtuellement,* ce qui veut dire, ajoutait M. Gardair, que les éléments demeurent avec leurs propriétés élémentaires atténuées, *remanent remissae virtutes eorum.*

Mais jusqu'où va cette permanence *virtuelle* des éléments ? Que comporte *l'atténuation* de leurs propriétés élémentaires? Les chimistes ne réclament-ils ou mieux ne supposent-ils pas la permanence *actuelle* des éléments? Pour les savants, faisait observer Mgr d'Hulst, le corps est un édifice dont l'architecture varie d'une combinaison à l'autre, par un simple changement dans la disposition des matériaux ; mais chaque pierre, dans tous les cas, conserve sa substantialité propre, sa nature, son individualité.

Que sont donc ces " pierres „ dont sont faits les édifices chimiques ? Et de quelle nature sont les changements qu'elles subissent dans les combinaisons ? J'admets, répondait M. de Lapparent, que la transformation des éléments est *radicale,*

(1) *La Matière, étude sur une notion fondamentale de la philosophie naturelle.* Congrès de 1891, IIIe section, p. 42.

(2) *Matière et forme en présence des sciences modernes.* Congrès de 1888, tome I, p. 335. Voir aussi pp. 433 et suiv.

pourvu que, sous le nom d'éléments, vous entendiez les individualités moléculaires et non pas les individualités atomiques. Pour le chimiste, le dernier élément de la constitution des corps, à l'état libre, c'est la molécule, mais il n'y a pas de molécule absolument simple, constituée par un seul atome libre. Dans les analyses et les synthèses chimiques, la molécule primitive est détruite en tant que molécule, mais pas du tout en ce sens que les atomes constitutifs de la molécule cesseraient de conserver leur nature propre.

On était au cœur de la question.

Un changement dans l'édifice moléculaire qui n'exclut point la persistance des individualités atomiques, est-ce une transformation substantielle ou n'est-ce qu'une modification accidentelle d'un agrégat ?

La discussion s'arrêta là, sauf quelques passes sur des questions d'opportunité, par exemple sur le point de savoir s'il y aurait, oui ou non, avantage, au point de vue de la propagande scolastique, à restreindre aux êtres vivants la doctrine de la matière et de la forme, ou encore, s'il ne vaut pas mieux, pour le métaphysicien, marcher à côté, sinon modestement au-dessus des sciences, plutôt que d'aller vers elles au risque de se heurter en route à des conflits parfois désagréables.

Mais la discussion fut reprise au second congrès (1), peut-être cependant avec moins de précision et certainement avec moins d'ampleur.

Cette fois, c'est la distinction entre le mélange et la combinaison qui fit tous les frais du débat.

Dans la combinaison chimique, avait dit le R. P. Bulliot, les propriétés sont intimement changées : ce ne sont pas seulement les résultantes qui changent, mais les forces composantes ; non seulement les effets, mais les causes elles-mêmes.

Le R. P. Poulain conteste cette doctrine. En réalité, dit-il, les propriétés des éléments n'ont pas disparu ; " si elles n'apparaissent plus, c'est simplement parce qu'elles se neutralisent ;..... il n'y a là qu'une question d'agencement. „

Nous retrouvons encore une fois ici en présence les deux affirmations contradictoires auxquelles avaient abouti les débats du précédent congrès. Est-il bien possible, d'ailleurs, d'aller beaucoup au delà ?

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 329 : *Examen des principales théories de la combinaison chimique,* par le R. P. Bulliot. Voir aussi ibid., IIIe section pp. 266 et suiv.

Il n'appartient pas à l'auteur d'un rapide compte rendu d'entrer dans le fond des questions soulevées sous ses yeux. Il est témoin, non pas acteur. Mais il est permis de se demander si, dans les débats sur la nature des corps, on n'attache pas souvent une importance exagérée au changement de propriétés des corps, et si la scolastique ne tirerait pas meilleur parti de l'étude attentive des manifestations *thermiques* dont s'accompagnent les combinaisons chimiques. C'est notre conviction, et il nous semble que M. Witz s'inspirait de cette pensée aussi lorsqu'il appelait avec tant d'insistance l'attention des membres du congrès sur les phénomènes et les lois de la thermochimie.

Après l'étude des propriétés de la matière inorganique, passons à l'étude de la vie avec MM. Vallet et Maisonneuve. Il y a deux lois générales qui président à la perpétuation de la vie : ce sont les lois de l'hérédité et de la variabilité. Les positivistes les font jouer arbitrairement, selon les besoins du moment. Lorsqu'ils plaident la cause du transformisme, il semble que la variabilité des types vivants n'ait pas de limites. Lorsque, au contraire, ils ont besoin de se débarrasser de l'indépendance gênante de la personnalité humaine, il semble que l'hérédité seule domine en souveraine l'évolution de la vie à tous ses degrés.

M. Vallet (1) a suivi le positivisme sur ce dernier terrain, et il a pris à tâche de démêler la part qu'il est permis de faire à la transmission par voie d'hérédité et celle qui appartient à la spontanéité individuelle dans les phénomènes de la vie organique, intellectuelle et morale. La pensée autour de laquelle gravitent les nombreuses et judicieuses réflexions dont son travail est nourri, c'est que la génération transmet bien des *dispositions* ou des *tendances,* mais non pas des *actes* ou des *états.* Et voilà pourquoi l'hérédité ne fait point obstacle à la liberté. " Non sufficit, dit excellemment saint Thomas, ad nostram electionem quaecumque immutatio quae possit esse in nostro corpore... cum per hoc non sequantur in nobis nisi passiones quaedam vel magis vel minus vehementes; passiones autem, quantumcumque vehementes, non sunt causa sufficiens electionis „ (2). Les influences héréditaires peuvent exalter, dans une certaine mesure, les passions ; mais si les passions

(1) *Effets et conséquences de l'hérédité,* par M. l'abbé Vallet. Congrès de 1891, IIIe section, p. 247.

(2) *Cont. Gent.* III, 85.

sollicitent la volonté, elles ne la *déterminent* point, sauf peut-être dans certains cas exceptionnels qu'il faut alors considérer comme des cas anormaux, pathologiques. “ Je ne crois, disait naguère un écrivain distingué, homme de grande expérience, M. Rousse, je ne crois ni aux fatalités héréditaires, ni aux destinées inévitables. Chacun répond de soi dans ce monde, et la loi des origines n'est trop souvent que la superstition commode des âmes dégoûtées de la liberté. „

C'est faire œuvre utile à la science en même temps qu'à la philosophie spiritualiste et à la morale chrétienne que de déterminer ainsi les limites dans lesquelles les lois de la nature trouvent leur application, et au delà desquelles commencent les préjugés du sectaire ou le caprice des vulgarisateurs de systèmes. Mais il faut prendre garde d'avoir l'air d'attaquer la science tandis que l'on ne s'en prend qu'à ceux qui en abusent. Je ne sais si M. l'abbé Maisonneuve (1) a suffisamment veillé, sous ce rapport, sur l'expression de sa pensée. Il nous dit bien : “ La méthode des sciences naturelles appliquée à la psychologie peut être un excellent moyen de vérification, de justification et de contrôle. „ Mais alors, pourquoi ajouter aussitôt : “ C'est pour avoir oublié cette sage maxime (que la neutralité en psychologie est coupable) que la psychologie physiologique demeure insuffisante, inefficace, *inutile, dangereuse....* Elle aurait pu, elle devrait être un auxiliaire; elle est *un ennemi...* „ ?

Nous regrettons vivement ce langage équivoque. Qu'il y ait des psychologues et des physiologistes dangereux, ennemis, qui donc s'aviserait de le contester? Mais les psychologues ne sont pas la psychologie, pas plus que les physiologistes matérialistes ne sont la physiologie, et il nous paraît de mauvaise tactique de faciliter, par nos équivoques de langage, une identification fautive dont nos adversaires n'ont que trop souvent l'outrecuidance de se prévaloir. Je suis sûr d'ailleurs que nous sommes d'accord au fond avec le savant curé d'Avignonnet et que, tout aussi vivement que nous, il voudrait voir surgir de nos rangs de jeunes travailleurs se livrant à l'étude de la psychologie expérimentale sans parti pris, loyalement, “ objectivement „, afin qu'il apparaisse aux yeux de tous que, ici comme ailleurs, la science et la philosophie spiritualiste ne se combattent point, mais se soutiennent et se fortifient mutuellement.

(1) *La Psychologie physiologique*, par M. l'abbé Louis Maisonneuve. Congrès de 1891, IIIe section, p. 134.

Tels sont les principaux travaux de la section philosophique qui présentent, pour les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques,* un intérêt direct, immédiat.

Les autres travaux entrent moins dans les cadres de cette *Revue,* ils ont davantage un caractère métaphysique ou idéologique, sauf cependant un travail de M. de Margerie sur *Le Libre arbitre,* et un autre de M. de Kirwan sur la distinction entre *l'homme et la bête,* au sujet desquels nous dirons un mot tout à l'heure.

Parmi les premiers, d'ordre métaphysique, mentionnons une étude de M. Caric, sur la *Définition du Beau* (1). Il s'agit d'une définition empruntée au docteur Petrich et que M. Caric a légèrement modifiée pour lui donner l'énoncé définitif que voici: " Le beau est une complexité harmonique de natures quelconques, organisées de telle façon qu'une ou plusieurs perfections en reçoivent le relief convenable et relèvent à leur tour la perfection du tout. „

M. Gardair, qui a eu l'honneur d'introduire la philosophie scolastique à la Sorbonne, et dont l'ouvrage récent *Corps et âme* contribuera beaucoup, nous n'en doutons pas, à répandre dans le public français les solides doctrines de l'Ange de l'École, compare (2) le principe *de raison suffisante* au principe *d'identité* et croit que le premier est contenu dans le second. " L'analyse de l'acte intellectuel qui affirme l'être, montre, dit-il, dans cet acte même l'intuition de la nécessité d'une raison suffisante qui fasse l'être intelligible. „

A vrai dire cependant, le travail de M. Gardair appelle un complément naturel. On eût souhaité, comme l'a fait observer M. de Margerie (3), que l'auteur montrât *comment* le principe de raison suffisante peut être ramené au principe de contradiction ou au principe d'identité. Sinon, qu'est-ce qui m'interdirait de supposer que j'affirme simultanément *deux* principes dont aucun ne contient l'autre?

M. l'abbé Duquesnoy, professeur à l'Université catholique de Toulouse, et notre compatriote M. Monchamp, bien connu par sa

(1) *Une Définition du Beau,* par M. l'abbé Georges Caric. Congrès de 1891, IIIe section, p. 12.

(2) *Les principes de la raison pure,* par M. Gardair. Congrès de 1891, IIIe section, p. 241. — Voir aussi dans les comptes rendus du congrès de 1888, tome I, p. 375, une dissertation de M. Gardair sur *L'Organisme et la pensée.*

(3) Congrès de 1891, IIIe section, p. 286.

remarquable étude sur *Le Cartésianisme en Belgique,* ont traité l'un et l'autre des preuves de l'existence de Dieu (1).

M. Duquesnoy estime qu'il n'y a au fond qu'une seule preuve de l'existence de Dieu. Cependant, écrit-il, " je suis convaincu que, loin d'avoir rejeté les preuves les plus généralement reçues en proposant ma preuve unique, j'en ai mieux marqué le sens véritable et je leur ai donné leur véritable fonction, en faisant d'elles les parties d'une argumentation qui, à elle seule, exprime et représente complètement la raison elle-même déployant toutes ses forces pour se convaincre de l'existence de Dieu. „

M. Duquesnoy semble n'avoir pas assez nettement souligné la distinction entre la contingence des êtres et leur commencement dans le temps. Il est sage de se rappeler cependant que des génies comme saint Thomas d'Aquin n'ont pas aperçu de contradiction dans le concept d'une création *ab aeterno.* Cette réserve trouve aussi sa place à propos du travail d'ailleurs mûrement médité de M. Kiss, *De Quantitate infinita* (2).

Quant à M. Monchamp il n'entre pas au cœur de la démonstration de l'existence de Dieu; il a seulement pour but de recommander aux apologistes la meilleure façon d'asseoir solidement et utilement la thèse fondamentale de l'existence d'un Être absolument nécessaire et infini. Il fait, en passant, de certains systèmes de pédagogie moderne une critique qui nous a beaucoup plu. Ces systèmes, fait-il observer, " ont mis en honneur une formation des facultés cognitives où l'on développe trop exclusivement l'intuition, la déduction et l'induction du sensible au sensible, quand il faudrait développer aussi la puissance abstractive de l'intellect... De là une hypertrophie de la fonction intuitive et sensible, coïncidant avec une atrophie des fonctions supérieures, une anomalie que l'on se plaît à décorer du nom de *phase positive de l'esprit humain,* et qui n'en est que la déformation. „

M. Farges, directeur à l'École des Carmes à Paris, et M. Vacant, professeur de théologie à Nancy, ont pris pour objet d'étude la perception sensible. Le premier, dans un travail très substantiel, nourri de doctrine aristotélicienne et scolastique (3), s'attache à

(1) *De l'Unité des preuves de l'existence de Dieu,* par M. l'abbé Duquesnoy. Congrès de 1891. IIIe section, p. 18. — *Les Preuves de l'existence de Dieu dans l'apologétique contemporaine,* par M. le Dr Georges Monchamp. Ibid., p. 33.

(2) Ibid., p. 320.

(3) *Théorie de la perception immédiate, d'après Aristote et Saint Thomas,* par M. l'abbé Farges. Ibid., p. 157.

justifier l'objectivité de nos perfections sensibles; le second, en quelques pages de fine analyse (1), recherche comment les images concrètes fournies par les facultés sensitives acquièrent *le relief* qui les approprie au travail de la pensée et en fait pour l'intelligence de véritables auxiliaires. Nous recommandons vivement ces deux mémoires à ceux qui s'intéressent aux problèmes idéologiques.

Nous leur signalons aussi tout particulièrement la dissertation de M. Domet de Vorges, intitulée: *De l'Idée d'être et de l'intelligence* (2). M. de Vorges qui est en France le leader du mouvement néo-scolastique, s'est ému des objections des partisans de la philosophie classique qui voulaient emprisonner l'école dans ce dilemme : " Ou bien l'intelligence apporte quelque chose à la connaissance intellectuelle et toutes nos idées ne viennent pas des sens; ou bien elle n'apporte que son activité et vous ne pouvez expliquer l'origine des notions supérieures „ (P. 205).

Nous aurions accepté sans sourciller le second membre du dilemme et nous aurions dit : Si par notions *supérieures* vous entendez des notions dont le contenu *positif* est autre que celui que les sens nous fournissent et que l'intelligence abstrait et universalise, nous nions purement et simplement que nous ayons de ces notions supérieures. Si au contraire vous nous accordez que nos notions même *supérieures* empruntent tout leur contenu positif aux données des sens et que c'est par voie de *négation,* — ou par des procédés d'analogie et de transcendance, qui sont encore en définitive des procédés de négation, — que l'intelligence discerne le suprasensible du sensible, alors l'*activité* intellectuelle et les sens suffisent pour expliquer l'origine de toutes nos pensées, y compris nos " notions supérieures. „

Mais cette réponse ne satisferait pas M. de Vorges. Pour lui, il y a dans la pensée un contenu supérieur aux sens, et " l'activité propre de l'intelligence est précisément la représentation des caractères des objets sensibles supérieurs aux sens. „

Et en quoi consiste foncièrement cette activité propre de l'intelligence?

Dans la perception de l'existence.

" Sans doute, écrit-il, l'idée d'être ou d'existence se rencontre au fond de toute perception; mais nous pensons que, dans

(1) *Part de nos facultés sensitives dans la préparation des concepts et des jugements de notre entendement,* par M. l'abbé Vacant. Congrès de 1891, IIIe section, p. 176.

(2) Ibid., p. 186.

toute perception humaine, il y a intervention d'une faculté supérieure. Cette notion est à la fois expérimentale et supra-sensible, et nous avons dans la perception même un élément qui n'est pas sensible. „

M. Domet de Vorges développe quatre preuves ingénieuses, savamment conduites, qui toutes tendent à établir que sa thèse est à la fois l'analyse exacte du contenu de la conscience et l'interprétation fidèle des enseignements d'Aristote et de saint Thomas.

Il y aurait grand profit pour nous et pour tous ceux qui ont le goût de la métaphysique à suivre pas à pas cette argumentation, d'autant plus que la pensée de M. de Vorges se lit toujours avec aisance, ou plutôt avec charme.

Mais c'est tout le problème des fondements de la science certaine qui est engagé là. On ne peut songer à le discuter en passant. Nous espérons bien y revenir un jour, lorsque M. Domet de Vorges aura publié l'ouvrage qu'il élabore en ce moment même et où il se propose, paraît-il, de synthétiser les idées si pleines d'intérêt que nous venons d'indiquer (1).

Restent les deux mémoires sur *Le Libre arbitre* et sur *L'Instinct et la raison* auxquels nous avons déjà fait allusion plus haut.

Le premier est de M. de Margerie (2). C'est un exposé solide, extrêmement clair et méthodique, de la doctrine du libre arbitre. Le déterminisme y est vigoureusement attaqué.

Nulle part, nous n'avons trouvé à l'objection " que la conscience du libre arbitre est impossible, attendu que nous avons conscience de faire *actuellement* ce que nous faisons et point d'*avoir pu* faire autrement „, une réponse aussi adéquate que la suivante : " Lorsque avant le choix nous nous tournons vers un des partis à prendre, nous sentons que nous ne sommes pas déterminés à le prendre. Il exerce sur nous une force d'attraction, nous exerçons sur lui une force de résistance, et dans ce conflit nous prenons expérimentalement conscience de la supériorité de notre force sur la sienne, en d'autres termes, de notre indépendance relativement à lui. Les autres partis se présentent tour à tour; la même expérience se renouvelle à l'égard de chacun, et nous prenons ainsi conscience de notre indépendance vis-à-vis

(1) L'ouvrage vient de paraître, sous le titre : *La Perception et la psychologie atomistique*, Paris, Roger et Chernoviz.

(2) *Le Libre arbitre*, par M. Amédée de Margerie. Congrès de 1891, IIIe section, p. 67.

de tous. Cette conscience totale, qui est la somme de ces consciences partielles, est proprement la conscience du libre arbitre. „

Les autres objections du déterminisme sont aussi réfutées de main de maître, sauf cependant celle qui est tirée de la constance de l'énergie dans l'univers.

“ Cette objection, dit M. de Margerie, présentait le libre arbitre comme une force prétendue créatrice détruisant la loi. La réponse nous montre en lui une force transformatrice appliquant la loi. „

Fort bien, pourrait-on répliquer, mais l'application de la loi, telle que la fait l'agent libre, est une application *sui generis*, elle a pour effet de produire un mouvement différent de celui que les forces de l'organisme laissées à elles-mêmes eussent naturellement déterminé; c'est cette *différence* dans le mouvement qui semble demander une création d'énergie et il y a lieu de montrer pourquoi et comment celle-ci n'est pas indispensable.

Aux procès-verbaux des séances (1), nous lisons qu'il y a un autre point du mémoire du savant professeur de Lille qui a été fort discuté.

M. de Margerie avait expliqué la liberté d'option de la volonté en disant que celle-ci est sollicitée à la fois par des mobiles et par des motifs, par le bien sensible et par le bien intelligible, et qu'il n'y a pas entre ces deux sortes de biens de commune mesure.

Nous croyons avec M. Vacant que cette distinction entre le motif et le mobile n'est pas suffisante, attendu que la volonté ne se détermine par une donnée sensible que si cette donnée est devenue motif intellectuel; nous croyons, en outre, que cette distinction n'est pas nécessaire, attendu que, pour expliquer la liberté, il suffit que nos actes soient des biens partiels envisagés comme moyens d'atteindre le bien complet, peu importe d'ailleurs que ces biens partiels soient homogènes ou hétérogènes (2).

Les lecteurs de la *Revue* ont pu apprécier déjà le beau travail de M. de Kirwan (3) sur les différences entre l'intelligence et l'instinct. Il serait donc superflu de l'analyser longuement.

(1) Congrès de 1891, IIIe section, pp. 271 et suiv.

(2) Rappelons que le premier volume des comptes rendus du congrès de 1888 contient deux études de M. de Margerie, l'une sur *La Morale évolutionniste* (p. 184), l'autre sur *Le Principe de causalité* (p. 276).

(3) *L'Instinct, la connaissance et la raison*, par M. Ch. de Kirwan. Congrès de 1891, IIIe section, p. 111. — Voir REVUE DES QUEST. SCIENT., octobre 1891, tome XXX de la collection.

Dans ses lignes essentielles, la thèse du savant anthropologiste est celle de la philosophie scolastique.

L'âme animale possède toutes les facultés sensitives que possède l'âme humaine. Ces facultés s'ajoutant aux instincts soit innés, soit contractés par habitude ou transmis par hérédité, et servies, dans chaque type ou espèce, par une conformation spéciale des organes, suffisent, par la connaissance qu'elles impliquent des objets concrets et des faits individuels, ainsi que par l'association et la consécution des images, à expliquer tous les faits de la psychologie animale.

A ces facultés sensitives l'âme humaine ajoute une faculté spéciale qui ne se trouve à aucun degré chez la bête : c'est la faculté d'abstraire et d'universaliser.

La connaissance de l'abstrait et de l'universel constitue donc pour l'espèce humaine une véritable caractéristique.

Tel est le bilan philosophique du second congrès catholique de Paris. Puissions-nous, en le dressant, inspirer à ceux qui nous feront l'honneur de nous lire, le désir de consulter les savants travaux dont nous n'avons pu leur donner qu'une rapide esquisse, et l'ambition de s'associer à leur tour aux travaux du congrès scientifique qui se prépare en ce moment même pour l'année 1894!

D. Mercier.

SCIENCES JURIDIQUES ET ÉCONOMIQUES.

On peut résumer les travaux de la section des sciences juridiques et économiques, comme ceux des autres sections, en disant qu'ils ont naturellement abouti à l'apologie de l'Église catholique par l'exposé des saines doctrines scientifiques et des faits qui les corroborent. Cet axiome, qui est la devise de la Société scientifique : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest,* est toujours vrai, qu'il s'agisse des sciences exactes ou des sciences sociales.

En matière juridique, les doctrines maîtresses sont celles de la philosophie morale dans ses rapports avec le développement social. Aussi le premier des travaux présentés au congrès eut-il pour objet *Les Bases de la morale, ou la synthèse de la*

morale et du droit (1). D'après le rapporteur, le R. P. Forbes, la raison dernière de l'obligation morale dérive de la nécessité imposée à l'homme d'observer l'ordre pour atteindre sa fin suprême. Dieu seul a pu créer cette nécessité; en dehors d'elle et de sa sanction — peines et récompenses éternelles, — tout caractère obligatoire est enlevé à la morale et au droit. Cette doctrine est conforme à l'enseignement traditionnel de l'Église.

Le mémoire de M. Rivalta, avocat à Bologne, complète celui du savant sociologue de la Compagnie de Jésus, à qui ses prédications sociales ont valu récemment l'interdiction du territoire français. Ce mémoire a pour objet l'exposé des *Faux systèmes sur les bases du droit* (2).

L'objet du droit, c'est la justice dans les rapports sociaux. Elle résulte de l'observation dans ces rapports des devoirs prescrits par la morale divine et naturelle. L'homme n'a de droits que comme membre de la société humaine.

De cette vérité découle la nécessité de réagir, au point de vue juridique, contre les théories individualistes qui, de Grotius à Savigny, ont régi la science du droit. Cette démonstration a fait l'objet du rapport de M. Loomans, professeur émérite et ancien recteur de l'Université de Liége (3). D'après M. Loomans, l'homme ne peut atteindre sa fin que dans la société. L'auteur distingue les sociétés nécessaires, comme la famille, et les sociétés volontaires; au nombre des sociétés nécessaires, il place la société religieuse. Le progrès économique requiert, comme le progrès moral, l'existence de la société civile, qui permet la division du travail et les échanges. Mais la société civile est susceptible des formes les plus diverses. C'est ce qui justifie cette affirmation de Savigny, rappelée par M. Loomans au cours de la discussion (4) à laquelle sa communication donna lieu : "Il n'existe pas de code de la raison conçu comme une législation complète, pratique, qu'il suffirait de découvrir et de sanctionner pour fixer à jamais la législation des peuples. „ Le congrès, en se montrant favorable à des vues aussi éclectiques, a fait une réponse implicite, mais victorieuse, au reproche d'immobilisme social que ses adversaires adressent volontiers au catholicisme.

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 7.
(2) Ibid., p. 21.
(3) *Des Sociétés nécessaires et des sociétés volontaires*, par M. Ch. Loomans. Ibid., p. 28.
(4) Ibid., p. 249.

Parmi les *sociétés nécessaires,* la famille, la première des sociétés humaines, tient du christianisme sa constitution définitive et parfaite. Cette vérité a reçu une éclatante confirmation de divers rapports présentés aux deux congrès, — ceux de M. Cauvière, professeur de droit romain à l'Institut catholique de Paris, sur *Le Divorce avant l'ère chrétienne* (1), — de M. le chanoine Allègre sur *Le Mariage religieux et la loi française* (2), — de M. Taudière, docteur en droit et avocat à Paris, sur *Les Lacunes signalées par la jurisprudence dans la théorie du Code civil relative à l'autorité paternelle, et la façon dont la loi du 24 juillet 1889 y a pourvu* (3), — de M. Terrat sur l'ensemble du Code civil (4).

L'éminent professeur à la Faculté catholique de Paris a insisté surtout sur les graves inconvénients moraux et sociaux de l'interdiction de la recherche de la paternité. Cette méconnaissance par le droit positif des responsabilités que l'acte procréateur entraîne en raison et en morale produit les plus graves inconvénients. On prétend justifier l'art. 340 du Code civil par le désir du législateur d'éviter le scandale. A la vérité, les abus de la vieille maxime : *Creditur virgini parturienti,* étaient atténués par la maxime même qui ajoutait : *meretrici non item.* Elle n'établissait d'ailleurs qu'une présomption dont la conséquence juridique était seulement de mettre provisoirement les frais de gésine à la charge du prétendu père.

La prohibition du droit moderne " a abaissé la moralité de l'homme et la dignité de la femme. Elle a poussé à l'infanticide, aux drames du vitriol, et a provoqué des acquittements scandaleux par le jury qui renvoie la mère coupable, ne pouvant atteindre le père plus coupable encore.

„ Les conséquences légales de ce système ne sont pas moins désastreuses : 1° En matière de mariage, il rend impossible à l'officier de l'état civil le devoir de s'opposer à des unions monstrueuses, de repousser par exemple le père qui voudrait épouser sa fille naturelle. 2° En matière de succession, il se retourne contre la famille légitime. Le législateur, voulant sagement protéger la famille légitime, a porté des incapacités contre l'enfant naturel, surtout contre l'enfant adultérin : ces incapacités

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 68.
(2) Ibid., p. 101.
(3) Congrès de 1891, IVe section p. 71.
(4) *Vues d'ensemble sur le Code civil,* par M. B. Terrat. Congrès de 1888, t. II, p. 96.

deviennent inutiles, puisque le père n'a qu'à lui léguer ses biens comme à un étranger. La loi a brisé son arme. „

Il est des jurisconsultes — ou plutôt des politiciens — qui voudraient assimiler la famille naturelle à la famille légitime. Entre cette solution et celle du Code, les règles de l'ancien droit tiennent le juste milieu. Elles consacrent l'obligation naturelle du père d'élever ses enfants et sont conformes à la maxime : " A chacun selon ses œuvres. „ C'est la maxime des peuples robustes, comme s'est exprimé M. Terrat.

Dans le domaine du droit civil, il faut signaler à côté des *Vues d'ensemble sur le Code civil*, malheureusement trop succinctes, de l'éminent professeur, une très savante et curieuse étude sur *L'Église et les contrats consensuels* (1). L'importance attachée par le rapport de M. Beaune, ancien procureur général près la Cour d'appel de Lyon et professeur de droit coutumier à la Faculté catholique de cette ville, au rôle de l'Église dans la formation de la théorie moderne des contrats, a donné lieu à une note de M. Lescœur, professeur de droit romain à la Faculté catholique de Paris (2). D'après la théorie moderne, le consentement des parties suffit en général pour la formation ou la dissolution d'un rapport juridique. M. Lescœur a fait remarquer que si, dans la plupart des cas, le droit des XII Tables n'attachait d'efficacité qu'au *pactum vestitum,* c'est-à-dire au consentement des parties revêtu de formes solennelles, il n'en est plus ainsi au plus haut période du développement de ce droit, ni surtout à l'époque de Justinien. Nous mentionnons cet échange de vues, quand ce ne serait que pour faire remarquer que M. Lescœur n'a pas contesté la thèse du rapporteur.

L'influence du christianisme sur l'ensemble de la législation justinienne est au surplus manifeste, et il est universellement admis qu'elle a eu pour effet de briser en maints cas les cadres d'un rigorisme évidemment fâcheux au point de vue social. Le droit romain, qu'on a appelé la *raison écrite,* est surtout remarquable par la rigueur des déductions logiques. Mais comme l'a dit M. Loomans au congrès, " la logique du droit n'est pas la raison d'être du droit, et l'esprit des lois diffère essentiellement des principes de justice, base rationnelle des lois, au point qu'une institution, celle de l'esclavage, par exemple, peut avoir sa logi-

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 56.
(2) Ibid., p. 252.

que et son esprit fort remarquables, tout en étant en contradiction avec la raison et avec le principe de la personnalité humaine „ (1).

Le droit pénal des Romains, comme celui de toute l'antiquité, était absolument rudimentaire et barbare dans son concept et dans ses applications. Ici encore le rôle de l'Église fut non moins prépondérant que bienfaisant. C'est qu'elle seule donne la justification adéquate du principe de la responsabilité, — comme nous l'avons vu, — et ce principe est le seul fondement rationnel du droit pénal. Il est bon de le remarquer en passant, les criminalistes qui nient le libre arbitre nient par là-même la raison d'être du droit pénal. A l'heure où les écoles matérialistes et déterministes veulent ruiner par la base l'ordre social, en s'attaquant au principe de la responsabilité humaine, on n'eût pas compris qu'un congrès scientifique catholique se désintéressât des graves problèmes de l'anthropologie criminelle. Aussi ont-ils fait l'objet de travaux qui ont occupé une place considérable dans les délibérations de la première et de la deuxième session du congrès.

Au congrès de 1888, M. Lacointa, ancien avocat général à la Cour de cassation, professeur de droit des gens à la Faculté catholique de Paris, a traité *De l'influence du christianisme sur le droit pénal et le régime pénitentiaire, plus particulièrement au* XIXe *siècle* (2), et MM. A. Rivière, ancien magistrat, et Villion, directeur de l'Asile de Saint-Léonard, à Couzon (Rhône), respectivement *De l'influence de la religion sur les progrès de la réforme pénitentiaire* (3), et *Des Refuges ouverts aux libérés adultes au point de vue de la préservation de la récidive* (4).

" A l'Église, a dit M. Lacointa, revient l'honneur d'avoir imprimé à la pénalité le caractère qui lui appartient, en substituant l'idée de justice, d'expiation, à celle de vengeance personnelle, en possédant la première notion des *circonstances atténuantes,* ainsi qu'il résulte de décrétales d'Alexandre III, — en organisant, avant tout pouvoir séculier, le régime de l'*emprisonnement cellulaire,* comme le prouve le *motu proprio* émané, le 14 novembre 1703, de Clément XI,...—en rejetant, par respect

(1) *Des Sociétés nécessaires et des Sociétés volontaires,* par M. Ch. Loomans. Congrès de 1888, t. II, p. 29.
(2) Ibid., p. 141.
(3) Ibid., p. 132.
(4) Ibid., p. 151.

pour la dignité humaine, les peines exécutées devant le peuple,... en excluant la confiscation, en recommandant... la mesure dans la répression... Dès les premiers siècles de l'ère chrétienne, conclut M. Lacointa, les Conciles s'étaient préoccupés du sort des prisonniers. „

Le rapporteur signale ensuite les réformes réclamées à la fin du siècle dernier dans les *Cahiers du clergé* rédigés lors de la convocation des États-Généraux.

Parmi ces réformes, plusieurs font l'honneur du droit et de la procédure pénale contemporaine : l'énoncé des motifs des arrêts de condamnation, l'abrogation de la sellette et de la question préalable, la suppression du serment de l'accusé, — la cessation de la différence des supplices d'après le rang et la naissance, — la suppression des peines afflictives et infamantes, — la personnalité de la peine.

Trop souvent l'expiation sociale commence quand la loi juge que le coupable a satisfait et met fin à la peine. La protection des condamnés libérés a reçu de l'Église sa forme la plus convenable. Le congrès de 1888 a loué les remarquables résultats obtenus, grâce aux refuges ouverts aux condamnés adultes, au point de vue de la préservation de la récidive, que M. l'abbé Villion a appelée avec raison le nœud gordien de la réforme pénitentiaire. C'est un nœud gordien en effet, et que les manifestations nécessairement intermittentes du dévouement des sociétés purement philanthropiques ne sauraient dénouer. La création des refuges au contraire le tranche victorieusement.

Le congrès de 1891 aussi s'est occupé du problème de la criminalité à la fois au point de vue théorique et au point de vue pratique. C'est ce dernier aspect de la question qu'a choisi M. Célier, avocat au Mans, dans sa communication sur *Le nouveau Code pénal italien* (1), tandis que M. Lacointa a présenté une *Etude psychologique et morale sur la criminalité* (2). Les deux travaux se complètent, car si la détermination des peines est toujours difficile et souvent arbitraire, elle peut donner lieu aux plus monstrueux abus lorsque le point de départ du législateur est erroné. Il faut dire à l'honneur des auteurs du Code italien que leur œuvre est une œuvre de science. Mais, comme l'a dit le rapporteur, elle n'en porte pas moins atteinte aux droits de l'Église, dans des dispositions il est vrai accidentelles, et que l'esprit sectaire y a fait ajouter.

(1) Congrès de 1891, IVe section, p. 103.
(2) Ibid., p. 114.

Le législateur italien avait à compter avec la nouvelle école d'anthropologie criminelle. " En traçant les règles de l'imputabilité, il ne s'est pas écarté cependant des principes essentiels de l'antique philosophie du droit pénal ; en même temps il a su s'inspirer des suggestions de la science contemporaine. Il se refuse à admettre la thèse — destructive du principe de responsabilité — de la force irrésistible, mais recherche et réglemente avec soin toutes les causes qui altèrent ou diminuent la responsabilité de l'agent. „

Parmi les réformes introduites par le Code italien, qui est entré en vigueur depuis deux ans seulement, on peut signaler la suppression de la peine de mort et la libération conditionnelle.

Dans chacune de ses deux sessions, le congrès s'est préoccupé à divers points de vue du redoutable problème du paupérisme, qui influe si considérablement sur la criminalité. M. Alexis Chevalier, ancien chef de bureau au ministère de l'intérieur, a fait au premier congrès l'histoire instructive de *L'Assistance publique et de la charité chrétienne depuis la révolution jusqu'à nos jours* (1). En 1891, M. Boullaire, docteur en droit et ancien magistrat, a traité de la question plus spéciale *De l'Assistance dans les campagnes* (2).

A quelque point de vue que l'on se place, on est amené à proclamer la quasi insolubilité du problème, et à conclure qu'en dépossédant l'Église de ses biens, qui étaient avant tout le patrimoine des pauvres, l'expropriation révolutionnaire a été non seulement un attentat au droit, mais une erreur et une faute sociales. Et la mainmise n'a même pas produit d'avantages financiers : les charges effrayantes qui pèsent sur la fortune française ont inspiré à M. le Cte de Luçay l'étude sur *Les Contributions de la France à cent ans de distance,* qu'il a présentée au deuxième congrès de Paris (3).

M. l'abbé Bourgain, professeur d'histoire à la Faculté catholique d'Angers, a communiqué à la première session du congrès le résumé d'un mémoire considérable sur *La Propriété ecclésiastique avant 1789* (4), où il poursuit la démonstration de cette thèse que l'Église était seule propriétaire des biens ecclésiastiques avant la révolution. La question n'a pas qu'un pur

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 233.
(2) Congrès de 1891, IVe section, p. 204.
(3) Ibid., p. 180.
(4) Congrès de 1888, t. II, p. 91.

intérêt rétrospectif. De sa solution dépend aussi, du moins en bonne logique, la solution que recevrait la question des traitements du clergé au cas de dénonciation du Concordat. Si le pouvoir civil n'a jamais eu aucun droit de copropriété dans le patrimoine ecclésiastique, il s'ensuit que le budget des cultes est une dette, qu'il a son origine dans l'expropriation, et que son maintien est théoriquement indépendant de celui du Concordat. Il paraît néanmoins bien certain que l'abrogation du Concordat entraînerait en fait la suppression du budget des cultes. C'est bien ainsi que la question est comprise à Rome, et l'on s'explique dès lors que la plus haute autorité ecclésiastique ait revendiqué pour elle seule la compétence du sujet de son maintien ou de sa dénonciation, car la suppression du budget des cultes causerait — momentanément à tout le moins — à l'Église de France de très graves difficultés.

Au cours de la discussion dont la communication de M. l'abbé Bourgain a fait l'objet (1), de curieux renseignements ont été fournis sur le caractère juridique qu'avait la propriété ecclésiastique en divers pays, notamment en Allemagne. Il serait intéressant de voir poursuivre ces études par les congrès ultérieurs. En Belgique, la question a donné lieu à des polémiques retentissantes à la suite des mercuriales de M. Mesdach de ter Kiele, procureur général près la Cour de cassation. Ces études ont une importance pratique immédiate, car la détermination des droits des modernes fabriques d'église s'y rattache plus ou moins intimement.

Si patentes que soient les funestes conséquences de la mainmise révolutionnaire, les politiciens de la troisième République entendent suivre les exemples de la première en réduisant à l'impuissance de faire le bien et même en anéantissant s'ils le peuvent les congrégations religieuses, dignes continuatrices des institutions charitables de l'ancien régime. M. Hubert-Valleroux, avocat à la Cour de Paris et docteur en droit, dans son rapport sur *Les Personnes morales sans but lucratif et leur capacité de posséder* (2), a démontré de quel avantage sont pour la collectivité certaines institutions de mainmorte. Pour soutenir cette thèse, le rapporteur s'est appuyé sur les exemples du passé et les exemples contemporains de l'étranger. S'il a raison au point de vue qui est sien, il nous paraît cependant que, quand même les

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 250.
(2) Congrès de 1891, IVe section, p. 141.

facilités de la mainmorte seraient offertes à nos œuvres charitables, les catholiques devraient tenir en défiance ces faveurs de la loi : l'histoire nous apprend que, partout et toujours, notamment en Angleterre et en Allemagne au XVIe siècle, en France au XVIIIe, la mainmorte ecclésiastique aboutit à la mainmise laïque.

Au surplus, le péril en France aujourd'hui est d'autre sorte. La situation faite aux congrégations par une loi récente a donné lieu à une note toute d'actualité de M. le Cte DE VAREILLES-SOMMIÈRES, doyen à la Faculté catholique de droit à Lille, *Sur le caractère onéreux de l'accroissement qui s'opère en vertu de la clause de réversion dans les congrégations religieuses et autres associations* (1). Nos amis de France nous apporteront sans doute à Bruxelles, en 1894, de nouveaux renseignements sur les attentats des modernes jacobins contre la liberté de conscience : puissent-ils avoir à enregistrer d'ici-là un retour de la législature républicaine à une appréciation plus saine des vrais intérêts sociaux.

M. A. DEHAYE, membre de la Société de législation comparée, a fourni au congrès de 1888 une preuve de plus des tendances irréligieuses des lois républicaines, dans sa communication relative à *L'Outrage à la religion et aux dispositions qui le répriment dans les législations de l'Europe* (2). Le rapporteur a réclamé le rétablissement en France de l'art. 6 de la loi du 25 mars 1822. Les revendications très modérées et très savamment motivées de M. Dehaye toucheraient le législateur si son siège n'était fait. " D'accord avec l'illustre auteur des *Lois*, disait M. Dehaye, nous estimons que ce qui se passe entre l'homme et son Créateur nous échappe, que Dieu mieux que personne " sait la mesure et „ le temps de ses vengeances. „ Il ne s'agit pas davantage de mettre obstacle à la discussion savante des idées, pas plus qu'à l'expression, si vive soit-elle, des opinions. Ce que nous entendons réprimer, c'est l'insulte froidement grossière, c'est la persévérante calomnie perfidement répandue dans les couches incultes de la population, où rien ne peut en prévenir ni en réparer le dommage. „

On ne s'explique guère que par

> " ... l'esprit d'imprudence et d'erreur
> De la chute des rois funeste avant-coureur, „

et même de la chute des ministres républicains, qu'en présence

(1) Congrès de 1891, IVe section, p. 97.
(2) Congrès de 1888, t. II, p. 122.

des assauts furieux livrés par le socialisme international aux sociétés contemporaines, la nécessité de respecter la religion et ses ministres ne soit pas mieux comprise. Car elle seule, par ses promesses d'éternité, aide efficacement les classes déshéritées à supporter patiemment l'épreuve de la vie.

N'est-ce pas une étrange et effrayante chose, en ce siècle dont nous ne méconnaissons pas le haut et providentiel rôle dans l'histoire de l'humanité, alors que les peuples les plus avancés en civilisation semblent prêts à se ruer les uns contre les autres avec une frénésie rendue plus terrible par l'application des progrès scientifiques les plus merveilleux à l'art de la guerre, n'est-ce point chose à la fois étrange et effrayante de voir l'accord international réalisé par les forces du socialisme révolutionnaire?

De l'excès même du mal le bien peut sortir. C'est l'importance des armements qui rend la guerre presque impossible. Les dépenses qu'ils entraînent feront peut-être entrer quelque jour la question du désarmement dans une voie nouvelle. Toujours est-il que les efforts en vue de la constitution de la *Société internationale* se multiplient. Il faut signaler à ce point de vue l'étude présentée au premier congrès de Paris par M. L. Olivi, professeur à l'Université de Modène, sur *Les Arbitrages internationaux et l'établissement d'une Cour internationale permanente* (1). Le caractère éminemment pratique de la communication du savant professeur apparaît notamment par la distinction qu'il établit entre les litiges qui peuvent être l'objet d'un arbitrage et ceux qui ne le peuvent pas : il excepte avec raison de l'arbitrage les conflits qui portent sur l'existence libre et souveraine des États, « parce qu'on ne peut admettre la faculté pour un État de se détruire lui-même. »

Au congrès de 1891, M. Olivi a traité dans son mémoire sur *Les Moyens du droit international contre l'anarchie* (2), une question à laquelle les récents exploits des anarchistes donnent un intérêt tout spécial.

Parmi les objets pour lesquels la question d'une législation internationale est posée, il faut ranger les conditions du travail industriel. M. Béchaux, professeur d'économie politique à la Faculté catholique de Lille, a fait parvenir au congrès de 1891 une communication sur l'état de la question de *La Législation inter-*

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 158.
(2) Congrès de 1891, IVe section, p. 249.

nationale du travail (1). Peut-être pareille législation ne donnerait-elle pas les résultats qu'en attendent les interventionnistes, peut-être aussi réserverait-elle à tous bien des surprises. En la supposant réalisable, on peut se demander si elle influerait sur les crises économiques. Celles-ci, — à la différence des conditions du travail essentiellement nationales, professionnelles, locales, — ont un caractère international. C'est ce qu'a établi un spécialiste distingué, M. Cl. Juglar en dégageant de la contingence des faits les lois de l'intermittence des crises, dans un rapport sur *Les Crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre et aux États-Unis* (2).

Si les mesures légales agissent sur l'état social, comme nous avons pu le constater à propos de la confiscation des biens dits de mainmorte, les faits économiques à leur tour exercent une influence considérable sur le droit positif. La connaissance de cette action réciproque est désormais indispensable aux jurisconsultes et aux législateurs. M. Béchaux avait déjà mis en plein jour ce point de vue, au congrès de 1888, en traitant *De l'influence de l'économie politique sur les études juridiques* (3).

L'ensemble des travaux du congrès consacrés à la science économique constitue une véritable synthèse de la question sociale, à laquelle manquent peut-être des conclusions immédiatement pratiques.

Deux rapporteurs ont étudié à la lumière du droit naturel les théories nouvelles en matière de propriété. Le mémoire du R. P. Baudier est consacré à *La Théorie de Henry George sur la propriété privée du sol* (4) ; celui de M. G. Verbiest, avocat à Bruxelles, est intitulé *La Propriété en droit naturel* (5).

Le rapport du P. Baudier a donné lieu à un intéressant débat au sujet des conséquences qu'aurait pour l'agriculture l'adoption de la réforme sociale réclamée par H. George comme un minimum de reconstruction sociale, l'impôt unique sur la propriété foncière (6).

(1) Congrès de 1891, IVe section, p. 169.
(2) Ibid., p. 230.
(3) Congrès de 1888, t. II, p. 192.
(4) Ibid., p. 46.
(5) Congrès de 1891, IVe section, p. 5.
(6) D'autres travaux sont relatifs aux questions agricoles si importantes au point de vue des intérêts généraux dans tous pays. Celui de M. L. Durand, avocat à Lyon, sur *Le Gage sans dessaisissement* (Congrès de 1891, IVe section, p. 90), se rattache intimement à la question du développement du crédit

Le mémoire de M. Verbiest aussi a fait l'objet d'un échange de vues. Au cours de celui-ci, M. Duverger a rappelé la théorie du Code civil telle qu'elle est formulée par Portalis dans l'*Exposé des motifs du titre de la Propriété*. Portalis en justifie le principe par sa conformité avec les exigences de la nature humaine. Pareille justification demande à être précisée : il ne faut pas comprendre que chacun des membres de la société doit être *propriétaire* pour atteindre sa fin, mais seulement que, *conforme* aux exigences et aux aspirations de la nature, la propriété est une *nécessité sociale*. C'est dans ce sens que s'exprime l'Encyclique *Rerum novarum*.

M. C.-S. Devas a envoyé un rapport traitant des *Doctrines malthusiennes et darwiniennes sur la population* (1). Ces doctrines doivent être combattues surtout en France, où le malthusianisme pratique exerce de terribles ravages (2).

Il faut pourtant savoir gré à Malthus — dont la doctrine est d'ailleurs différente de celle de ses disciples — d'avoir posé le principe hautement moral que l'homme est responsable au premier chef de l'acte procréateur, et que, comme les autres, cette fonction de la vie humaine doit être gouvernée par la raison. C'est ce que le Dr Petithan de Liége a fait très justement remarquer au congrès, et l'on regrette de ne trouver au *Compte rendu* que le résumé très sommaire de l'intéressante communication qu'il a faite à ce sujet.

La question de la population n'est pas fondamentale seulement dans la science économique. Son importance sociale n'est pas moins considérable : c'est en grande partie à cause des doctrines pessimistes de l'école classique sur la population que les socialistes concluent à la nécessité d'une répartition des biens qui ne serait pas basée sur le principe de l'acquisition individuelle.

A la vérité, le remède à la crise sociale nous paraît être d'autre sorte, car nous croyons indispensable à la paix et au progrès économique le maintien du principe de la propriété ainsi

agricole. Celui de M. C. Antelme, membre du corps législatif de l'île Maurice, sur *Les Réformes à l'île Maurice dans la législation civile* (Ibid., p. 258), a principalement pour objet le régime hypothécaire.

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 217.

(2) Un mémoire de M. E. Michel, docteur en droit, avocat à Nice, est relatif à la question de *L'Influence des lois successorales sur la puissance d'expansion des différentes races*, qui intéresse si directement la natalité française (Congrès de 1888, t. II, p. 225).

que la sauvegarde de l'action modérée de la loi de la concurrence. Dans ce dernier ordre d'idées, signalons l'importance que sont appelées à prendre dans l'avenir les associations professionnelles. On se rendra mieux compte de leur rôle futur après avoir étudié les groupes professionnels dans le passé. Une communication très curieuse a été faite à ce sujet : *Des Institutions qui pourraient procurer aux patrons et aux ouvriers des avantages analogues à ceux des anciennes corporations,* par M. Hubert-Valleroux (1).

Le titre même de ce rapport indique suffisamment, pour ceux qui ne connaîtraient pas le savant économiste, que son mémoire est écrit dans une note très scientifique, et que l'auteur n'admire pas sans réserves les associations de combat de l'Angleterre. En effet, de l'esprit des syndicats dépendra leur rôle social belliqueux ou pacifique : c'est ce qui rend si désirable la prédominance de l'influence religieuse au sein des unions ouvrières.

On peut présenter ainsi la synthèse de la question sociale au point de vue solutionniste : amélioration du régime du salariat ; modification du régime de la propriété, celle-ci devant être ramenée à son rôle social et rationnel. De cette double réforme dépend la paix sociale. A côté des associations professionnelles, le développement des sociétés de secours mutuels et des assurances sociales (2) est destiné à améliorer le sort de la classe ouvrière. La propriété devrait être grevée d'obligations sociales, comme elle l'a été pendant tout l'ancien régime et l'est encore en maints pays, — si pas d'obligations civiles et politiques, ainsi que l'a proposé au congrès de 1891 M. le comte Yvert, dans son rapport sur *L'Union de la propriété et de l'autorité pour la paix sociale* (3).

Fait digne de remarque, les éminents jurisconsultes et sociologues du congrès se sont révélés comme des adeptes convaincus de la *méthode d'observation.* Les catholiques doivent y adhérer d'autant plus volontiers qu'ils peuvent en contrôler les enseignements à la lumière indéfectible de leur foi.

Les travaux de la section juridique du plus prochain congrès catholique, qui aura lieu après la promulgation de l'Encyclique *De la condition des ouvriers,* seront très probablement consacrés,

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 200.

(2) Cte Baguenault de Puchesse : *Les Sociétés de secours mutuels, les caisses de retraite et l'assurance obligatoire.* Congrès de 1891, IVe section, p. 220.

(3) Ibid., p. 210.

en majeure partie, à élucider le plus pratiquement possible les grands problèmes sociaux. Ils s'inspireront des principes consolants que Léon XIII a rappelés et précisés dans cette encyclique, et seront ainsi, comme ceux du congrès de Paris, la fière revendication pour l'Église de Jésus-Christ d'une part prépondérante à tous les vrais progrès.

ÉD. VAN DER SMISSEN.

SCIENCES HISTORIQUES.

Les Populations primitives de la Grèce, par M. HENRI FRANCOTTE, professeur à l'Université de Liége (Congrès de 1891, Ve section, pages 1 à 51). — Dans une étude très approfondie des textes, M. Francotte montre la faiblesse et l'incohérence des traditions relatives aux Pélasges. Il conclut qu'il n'y a jamais eu de Pélasges en Grèce. Il ne faut les conserver ni comme nation, ni comme désignation collective. Le mot s'applique aux Hellènes des temps antéhistoriques. L'auteur indique les étapes qu'a parcourues la légende concernant les Pélasges. Son savant mémoire se termine par deux appendices : A. Les Pélasges de Lemnos. — B. Les Lélèges et les Cariens.

Les Dernières découvertes faites au cimetière de Priscille, par M. J.-B. DE ROSSI (Ibid., pp. 52 à 57). — Ce travail fait suite à un mémoire présenté au premier congrès des savants catholiques (1) sur l'hypogée des *Acilii Glabriones,* dans le cimetière de Priscille. Il résume les dernières découvertes, en commençant par les données relatives à la crypte du saint martyr *Crescentio.* Après un essai historique sur la série priscillienne des tombes papales, M. de Rossi indique les rapports de la basilique de Saint-Silvestre avec l'hypogée des Acilii Glabriones. La basilique de Saint-Silvestre a été construite sur les cryptes mêmes des Acilii, avec un escalier de communication.

La Nécropole pontificale du Vatican, par M. l'abbé DUCHESNE, membre de l'Institut (Ibid., pp. 58 à 65). — Les papes des deux premiers siècles furent enterrés près de l'apôtre saint Pierre, au Vatican. Plus tard, au cinquième siècle, saint Léon le Grand

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 261.

donna l'exemple de revenir à Saint-Pierre, et il fut suivi par presque tous les papes, jusqu'en 914. Enfin, depuis Urbain VI, l'antique usage a été repris et se continue jusqu'à notre temps. — M. Duchesne s'occupe ici des données fournies par l'auteur du *Liber pontificalis;* il montre que celui-ci n'a pas parlé *de visu,* mais d'après certaines traditions et aussi certains inventaires aujourd'hui perdus.

Les Représentations du Jugement sur les monuments des catacombes, par Mgr Wilpert (Ibid., pp. 66 à 68). — Les dictionnaires d'archéologie chrétienne ne nous renseignent pas sur ce sujet. Les archéologues ne citent qu'une peinture de la catacombe de Saint-Cyriaque. Mgr Wilpert indique *huit* autres fresques, dont l'importance dogmatique ne saurait être niée.

L'Organisation chrétienne au IIIe siècle, par le R. P. Ch. De Smedt, S. J., Bollandiste (Ibid., pp. 69 à 94). — Ce mémoire, le plus important de ceux présentés à la section d'histoire, complète celui du même auteur inséré dans le compte rendu du Congrès scientifique de 1888 (tome II, p. 297) et publié aussi dans la *Revue des questions historiques* du 1er octobre 1888. Le savant bollandiste s'occupe ici de l'origine du régime paroissial. " Je me crois obligé de conclure, dit-il, contre l'opinion généralement reçue, que le régime paroissial, tel que nous l'entendons maintenant, n'exista pas dans les grandes villes, et particulièrement à Rome et à Alexandrie, avant le milieu du ve siècle. Néanmoins, il dut exister, dès les premières années du IVe siècle, du moins en Orient, dans les campagnes. „ Antérieurement, chaque église, c'est-à-dire, chaque communauté de fidèles, ayant ses réunions régulières pour le service divin, était gouvernée par un évêque. L'auteur examine ensuite quels étaient les liens qui unissaient entre elles les diverses églises.

L'Inscription des Pennes, par M. l'abbé Constantin, vicaire à Saint-Remy de Provence (Ibid., pp. 95 à 102). — Note relative à une inscription latine assez étendue, ayant appartenu à l'ancienne église du bourg des Pennes (Bouches-du-Rhône). Ce texte, d'une réelle importance, fait mieux connaître l'extension des institutions franques dans le midi de la Gaule.

Le Cursus ou rythme prosaïque dans la liturgie et dans la littérature de l'Église latine, du IIIe siècle à la Renaissance, par M. l'abbé Léonce Couture, doyen de la Faculté des lettres de l'Université catholique de Toulouse (Ibid., pp. 103 à 109). — Cette notice a pour but de faire connaître l'existence de trois

sortes de cadences, marquant la fin des périodes, quelquefois même la fin des membres de phrase dans les oraisons liturgiques : le cursus *planus,* le cursus *tardus* et le cursus *velox.*

Le faux Diplôme de Charlemagne pour Aix-la-Chapelle, par M. le Dr Grauert, professeur à l'Université de Munich (Ibid., pp. 110 à 124). — Cette pièce doit avoir été composée dans la seconde moitié du XIe siècle, et plus probablement pendant la minorité d'Henri IV, dans les années 1057-58. Le but du faussaire est de montrer la prédominance d'Aix-la-Chapelle sur les autres villes de l'Empire ; bien plus encore, de soustraire l'élection des Empereurs à l'action des Souverains Pontifes. Les rois intronisés à Aix devaient obtenir la dignité impériale *jure et sine ulla interdictione.*

La Lèpre en Occident avant les Croisades, par M. Kurth, professeur à l'Université de Liége (Ibid., pp. 125 à 147). — On a dit à satiété que la lèpre a été introduite en Occident par les croisades. Dans son intéressant mémoire, M. Kurth se propose de reprendre l'examen de la question, en réunissant tous les témoignages. " Je démontrerai d'abord que les croisades n'ont pas apporté la lèpre en Occident, puisqu'elle y régnait de temps immémorial, et que nous en rencontrons des traces nombreuses depuis les jours de l'Empire romain jusqu'au départ des premiers croisés pour la Terre Sainte. Je montrerai ensuite qu'elle n'était nullement dans nos pays une triste exception, mais qu'elle avait tous les caractères d'une maladie fort répandue... J'espère, enfin, établir qu'il n'y a aucune corrélation entre les croisades et la multiplication hypothétique du fléau à partir d'une certaine époque du moyen âge. „ Après lecture des pages érudites de M. le professeur Kurth, il serait difficile de ne pas souscrire à cette conclusion de son travail : " les faits recueillis ci-dessus établissent à suffisance la thèse que je me suis proposé de démontrer. „

Les Hérétiques du comté de Toulouse dans la première moitié du XIIIe siècle, par M. l'abbé Douais, professeur à l'Université catholique de Toulouse (Ibid., pp. 148 à 162).— Dans une enquête conduite en 1245 par les inquisiteurs à Toulouse, cinq mille six cent trente-huit témoins jurés furent entendus. Cette enquête fournit les renseignements les plus irrécusables sur l'état de l'hérésie dans le comté de Toulouse, à la fin du XIIe siècle et au commencement du XIIIe. M. Douais résume toute cette enquête avec lucidité. On voit les hérétiques saper tous les fondements

de la société, la propriété, le mariage, aussi bien que la religion M. Douais fait remarquer que les hérétiques du comté de Toulouse doivent être distingués des Vaudois, avec lesquels ils eurent cependant des pratiques communes, et rattachés aux hérétiques de Lombardie, particulièrement aux cathares ou néo-dualistes.

Hermann le Dalmate et les premières traductions latines des traités arabes d'astronomie au moyen âge, par M. l'abbé Clerval, de Chartres (Ibid., pp. 163 à 169). — Ce travail a pour but de montrer que la science arabe ne fit invasion en Espagne et en Gaule qu'au second quart du XIIe siècle. Tolède et Toulouse furent alors les foyers d'une véritable renaissance, en rendant aux chrétiens d'Occident les traités que les Arabes avaient empruntés jadis aux chrétiens d'Orient. Ce sont, en effet, les écoles chrétiennes et les monastères de Syrie qui ont initié les Arabes à la culture de la science et de la philosophie grecque. M. Renan l'a reconnu.

L'Évangélisation de l'Amérique avant Christophe Colomb, par M. le Dr Luka Jelic, de Spalato (Dalmatie) (Ibid., pp. 170 à 184).— L'auteur a découvert aux archives vaticanes des documents importants qui se rapportent aux relations qu'avaient les évêques de Gardar, au Groenland, avec l'Amérique du Nord. Avant de citer les pièces qu'il a retrouvées, M. le Dr Jelic fait d'une manière très intéressante le résumé des faits jusqu'à présent connus qui prouvent avec certitude l'introduction du christianisme en Amérique avant les découvertes espagnoles.

La Légende de Skanderbeg, par M. l'abbé Pisani, professeur à l'Université catholique de Paris (Ibid., pp. 185 à 194).—L'histoire du héros de l'Albanie a été défigurée par des récits sinon romanesques, tout au moins invraisemblables. M. Pisani croit que, aujourd'hui encore, l'histoire de Barletius est la meilleure source que nous possédions, en attendant la publication de textes plus probants qui viennent la contredire.

Les Jésuites et les procès de sorcellerie avant Frédéric de Spée, par Mgr J. Janssen (Ibid., pp. 195 à 204). — Le grand historien que l'Allemagne a perdu, il y a un an, lave les jésuites du reproche assez ridicule de connivence avec les personnes adonnées à la magie et aux sortiléges. Il montre surtout la sagesse et la prudence recommandées par les théologiens de l'ordre, dans les affaires de sorcellerie.

Traité d'Antoine de Bourbon avec le chérif de Fez et tentative d'expédition au Maroc, par M. Pierrot-Deseilligny (Ibid., pp. 205 à 212). — Note publiant le texte inédit d'un traité que le père d'Henri IV conclut avec le chérif de Fez en 1559, dans le but d'obtenir un port au Maroc. — Ce traité est resté lettre morte, mais présente cependant certain intérêt au point de vue du droit international.

De l'Autorité des Mémoires de Vieilleville, par M. l'abbé C. Marchand, professeur à l'Université catholique d'Angers (Ibid., pp. 213 à 218). — Courtes observations qui démontrent péremptoirement la mauvaise foi des *Mémoires de Vieilleville,* par son secrétaire Carloix. " Ce livre ressemble beaucoup aux récits de campagne d'un vieux soldat : il mérite juste le même degré de confiance. „

Le Duc de Mercœur et Henri IV, par M. l'abbé A. Favé, du diocèse de Quimper (Ibid., pp. 219-220).—Analyse d'un mémoire où l'auteur s'attache à montrer que le gouverneur de Bretagne ne fut pas un ambitieux mais un homme de bonne foi.

Histoire de la Constitution Unigenitus *dans le diocèse de Nevers,* par M. l'abbé Marillier, vicaire général de Nevers (Ibid., pp. 221 à 228). — Étude locale sur les perturbations et les péripéties du jansénisme dans le diocèse de Nevers, tant avant qu'après la publication de la fameuse bulle de 1713, portant condamnation des 101 propositions extraites des *Réflexions morales* du P. Quesnel.

Voyage de Pie VI à Vienne en 1782, par M. l'abbé Gendry, du diocèse de Nantes (Ibid., pp. 229 à 240). — On connaît les innovations, malencontreuses pour la plupart, de l'empereur Joseph II. Pie VI essaya de traiter personnellement et de vive voix avec le trop entreprenant César. M. Gendry a compulsé les archives impériales de Vienne. Il nous fait voir les deux conseillers de l'Empereur, Kaunitz et Cobenzl, inventer tous les moyens de rendre inefficaces les bonnes intentions du Pape et les promesses de Joseph II.

L'Œuvre scolaire de la Révolution, par M. le chanoine Allain (Ibid., pp. 241 à 248). — Communication *simplement verbale,* faite au congrès par l'auteur d'un ouvrage important : *L'Œuvre scolaire de la Révolution. Études critiques et documents inédits* (Paris, Didot). La révolution a réussi à détruire presque tous les organes de la vie intellectuelle en France; elle n'est pas parvenue

à réédifier. Ayant constaté l'incapacité de la Convention à organiser l'enseignement, l'auteur relate les fondations utiles et durables qu'elle éleva pour le progrès des sciences : la réorganisation du Muséum et l'École polytechnique. Le Directoire comprit enfin que l'on faisait fausse route, mais sans entrer résolument dans la bonne voie. La loi de 1802 ne parvint pas non plus à relever l'enseignement public au niveau où il était avant 1789.

La Situation des curés avant la Révolution, par M. l'abbé Sicard (Ibid., pp. 249 à 256). — Simple résumé d'un ouvrage du savant vicaire de Notre-Dame de Lorette, à Paris, où il étudie successivement la situation morale, canonique, sociale et communale des chefs de paroisse, sous l'ancien régime. Pour la situation temporelle des curés, on s'en référera aux articles publiés dans le *Correspondant* (10 et 25 février 1890).

Le Pays des puits de feu dans la province de Se-Tchoan, par le P. Coldre, des Missions-Étrangères (Ibid., pp. 257 à 258).—Communication où l'auteur résume le travail qu'il a publié dans les *Annales des Mines,* numéro de mai-juin 1890. Il s'agit des salines exploitées de temps immémorial et avec les mêmes procédés, les mêmes outils, les mêmes machines qu'il y a mille ou quinze cents ans. Étude géologique et industrielle tout à la fois sur les sauneries de Se-Tchoan (Chine).

Le volume que nous venons de parcourir se ferme par les procès-verbaux des séances de la section (Ibid., pp. 269 à 280). Il nous est impossible, faute d'espace, de les analyser. La plupart des discussions se rapportent d'ailleurs aux travaux reproduits dans les pages qui précèdent.

La septième séance de la section a été consacrée aux sciences géographiques. Nous remarquons un rapport très utile (1) fait par M. le Cte de Bizemont et intitulé : *L'Enseignement géographique devant le Congrès international de géographie de 1889.* Le rapporteur traite successivement toutes les questions qui intéressent l'enseignement primaire, l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur. Le congrès recommande : 1° de combiner, avec les exemples fournis par la géographie locale, l'enseignement des rapports généraux qui relient les phénomènes géographiques ; 2° d'établir, dans la mesure du possible, les exercices pratiques sur les données précises des cartes d'état-major. — Il

(1) Congrès de 1891, Ve section, pp. 277 et suiv.

y a lieu aussi de limiter la part laissée aux exercices de pure mémoire et de s'abstenir de questions trop minutieuses.

On voit que le *Congrès scientifique international des catholiques* de 1891 marque les progrès de la critique au XIXe siècle. Les catholiques ne se désintéressent d'aucune question qui a pour objet la recherche du vrai. Le congrès de 1894, espérons-le, sera digne de ses aînés.

J.-J.-D. SWOLFS.

PHILOLOGIE.

La création de la section de philologie a constitué un des principaux progrès réalisés par le congrès de 1891. En effet, l'on avait dû regretter en 1888 cette fâcheuse lacune dans ses travaux. Au deuxième congrès, grâce à l'initiative de MM. le comte de Charencey et l'abbé Rousselot, les sciences philologiques ont fourni au Compte rendu le 6e fascicule, volume compact de 195 pages, renfermant, outre les procès-verbaux des séances, douze mémoires.

C'est à M. Koschwitz, professeur de philologie romane à l'Université de Greifswald (Poméranie), qu'a été dévolue la présidence de la section ; elle a tenu trois séances.

Les mémoires ont porté sur les questions les plus variées de la linguistique générale, de la phonétique, de la philologie classique, orientale et américaine.

M. l'abbé GIESWEIN a essayé de plaider *La Réductibilité des langues au point de vue morphologique* (1). Entreprise hardie, car on s'accorde assez généralement à reconnaître que le lien qui unit les langues, pour les ramener à une commune origine, échappe jusqu'à présent aux investigations. Il est vrai que les recherches en vue d'établir l'unité avaient porté davantage sur les racines.

C'est sur un autre terrain, celui de l'affinité morphologique, que M. Gieswein veut poser cette question. En d'autres termes, pour lui les procédés linguistiques ne séparent essentiellement les unes des autres, ni les langues isolantes des agglutinantes, ni celles-ci des langues flexionnelles. La diversité morphologique

(1) Congrès de 1891, VIe section, p. 24.

n'entraîne pas de diversité spécifique : l'isolation, l'agglutination, la flexion sont le développement d'un même principe, tout comme la chenille, la nymphe et le papillon appartiennent à une même espèce.

Nous n'oserions affirmer que ces conclusions seront du goût de tout le monde ; en tout cas, personne ne contestera à leur auteur le mérite de les avoir développées avec une érudition du meilleur aloi.

M. l'abbé Rousselot a fait connaître au congrès des appareils très perfectionnés qui permettent de saisir sur le vif et d'inscrire non seulement la parole, comme dans le phonographe, mais tous les mouvements des organes, les vibrations du larynx, de la langue, des lèvres, des fosses nasales, des dents (1).

Cette découverte du savant professeur de l'Institut catholique de Paris est d'une importance capitale pour l'étude de la phonétique. On n'ignore pas, en effet, que celle-ci n'est pas autre chose que l'étude, ou plutôt la constatation des modifications organiques inconscientes qui transforment avec le temps la physionomie des langues. Eh bien, les ingénieux appareils de M. Rousselot enregistrent ces modifications. Dès lors, on peut se rendre un compte exact des transformations. En effet, ces instruments très ingénieux et très délicats sont mis en mouvement par chacun des facteurs qui contribuent à l'émission du mot prononcé, et ils traduisent automatiquement sur le papier le phénomène particulier auquel ils donnent lieu. Une feuille teintée tourne lentement sur un rouleau mû par un mouvement d'horlogerie, et sur cette feuille un stylet qui reçoit les vibrations transmises par les différents organes de la parole trace les courbes et les diagrammes pour marquer les différentes actions physiologiques dont le mot est la résultante. On le voit, c'est la phonétique vivante mise à la place de la phonétique morte des grammairiens. Aussi M. Rousselot a-t-il pu très justement définir son système : *la phonétique expérimentale.*

Depuis que M. Rousselot a fait connaître au congrès ses méthodes, il a eu la satisfaction de les voir consacrées par une double approbation. La Sorbonne l'a reçu docteur, à l'unanimité des suffrages, et le congrès des philologues allemands réunis à Berlin ayant exprimé le désir d'entendre de la bouche même de l'inventeur l'exposé de son système, M. Rousselot s'est rendu à

(1) Congrès de 1891, VIe section, p. 109. *La Méthode graphique appliquée à la recherche des transformations inconscientes du langage.*

cette invitation. Le congrès lui a rendu ce témoignage qu'il avait embrassé et heureusement résolu toutes les parties du problème.

Mais il ne suffit pas de posséder l'instrument, il faut choisir avec discernement les sujets d'observation. M. Koschwitz (1) a précisé ce point avec l'autorité de sa haute compétence en philologie romane. A son avis, c'est sur les patois modernes qu'il convient d'opérer. Trop longtemps la grammaire comparée n'a été " qu'une sorte d'anatomie des langues mortes. „ Sans doute, ce travail a été nécessaire, mais n'est-ce pas une erreur que de se borner au passé ? Les conditions de la vie actuelle des langues jettent bien du jour sur les transformations qu'elles ont subies dans leurs phases antérieures.

A cet égard, le savant professeur de Greifswald a préconisé surtout la mise en œuvre des patois du Midi de la France, moins étudiés jusqu'à présent que ceux du Nord. Et pourtant, les patois du Midi représentent souvent dans leur état présent des étapes que les idiomes du Nord, fixés plus tôt, ont parcourues au moyen âge.

D'ailleurs, les mémoires du congrès fournissent la preuve du principe émis par M. Koschwitz. L'intéressant travail de M. Camélat (2) sur le parler d'Arréns, canton d'Aucun (Hautes-Pyrénées), est venu enrichir la somme des documents que, du reste, la *Revue des patois gallo-romains* augmente chaque jour.

Pour achever la revue des questions de philologie générale traitées au congrès, il faut citer la dissertation de M. l'abbé Lepitre, professeur à l'Université catholique de Lyon, sur *Les Néo-grammairiens d'Allemagne* (3).

Non seulement, nous avons là une histoire très complète des nombreux travaux qui ont paru depuis 1878, mais encore une étude critique des principes de la jeune école.

A bon droit, M. Lepitre donne son adhésion entière aux deux principes sur lesquels les néo-grammairiens appuient leurs conclusions. En effet, il est très vrai que le développement du langage a sa cause non pas en lui-même (ce n'est pas un organisme, comme le prétendait Schleicher), mais dans les lois physiologiques et psychologiques de la nature humaine. En outre, il

(1) Congrès de 1891, VIe section, p. 113. *La Phonétique expérimentale et la philologie franco-provençale.*

(2) Ibid., p. 127. *Le Patois d'Arréns.*

(3) Ibid., p. 5.

convient de ne pas négliger, pour formuler les lois du langage, l'observation des langues modernes, du moins en ce qui concerne les lois premières et générales.

De ces deux principes, les néo-grammairiens ont tiré un double axiome, qui forme la base de leur système. Le premier affirme la constance des lois phonétiques. Celles-ci ne comportent pas d'exceptions; celles que l'on objecte ou bien proviennent d'autres causes, par exemple une influence savante, l'accent, ou sont simplement apparentes. D'où le second axiome : Tout phonème qui paraît contredire la constance des lois phonétiques doit être attribué à l'analogie.

M. Lepitre discute à fond ces deux axiomes et nous fait connaître les nombreuses objections qu'ils ont soulevées ainsi que les réponses données pour les justifier. Il conclut d'une part que si les néo-grammairiens n'ont pu prouver d'une manière péremptoire la constance des lois phonétiques, ils ont donné assez de bonnes raisons pour que leur axiome puisse être admis provisoirement et sauf vérification ultérieure. D'autre part, il leur accorde le mérite très grand d'avoir, en montrant toute l'importance de l'analogie, mieux fait ressortir l'action des facteurs psychiques dans les créations et les transformations linguistiques.

On le voit, M. Lepitre ne dissimule point ses prédilections. Nous ne lui ferons qu'un reproche : c'est de n'avoir rien dit des fameuses nasales sonnantes, ni du vocalisme des néo-grammairiens. Peut-être n'a-t-il point voulu entrer dans l'examen de ces détails, pour se restreindre uniquement aux principes généraux.

Voyons maintenant l'appoint de la section de philologie pour le progrès des différents groupes linguistiques. L'américanisme a eu sa part, grâce au beau travail du R. P. Gerste, S. J., sur *La Langue des Chichimèques* (1). Nous pouvons nous dispenser de l'analyser, les lecteurs de la *Revue* en ayant eu la primeur l'an dernier. (Voir la livraison de juillet 1891, p. 81.)

M. Gérard Devèze a esquissé avec érudition et compétente appréciation le tableau du progrès réalisé, de 1885 à 1890, dans la langue et la littérature hindoustanie et tamoule (2). Lui-même y a pris une part active par la traduction de *Çakuntalâ* et des *Contes du Guru Paramârtta*. Relevons en passant une

(1) Congrès de 1891, VIe section, p. 42.

(2) Ibid., p. 65. *Les Langues et la littérature du sud de l'Inde, langue et littérature hindoustanie et tamoule de 1885 à 1890.*

petite inexactitude : le *Vêtâlapancavinçati* n'est pas en latin dans la *Chrestomathie sanscrite* de Lassen ; on n'y trouve que le texte sanscrit.

Comme l'indique son sous-titre (1), le travail de M. Casartelli relève autant de la mythologie que de la philologie. Pourtant l'étymologie y joue le grand rôle. M. Casartelli a essayé d'établir la parenté des oiseaux mythiques monstrueux qui tiennent une si large place dans la littérature orientale, hindoue, persane et arabe. Nos lecteurs connaissent sans doute l'oiseau *Roc, Rukh, Rûkh* des *Mille et une Nuits*. Cette légende, dans la forme que lui donne le conte arabe, est déjà bien dénaturée. Mais M. Casartelli, en remontant jusqu'à l'Inde védique, a retrouvé tous les ancêtres du fameux oiseau. Cette étude est conduite avec grande sagacité et peut servir de modèle à des recherches du même genre. Les étymologies n'ont rien que de plausible ; l'auteur a réussi à se garder des fantaisies qui déparent et discréditent trop souvent les essais similaires.

Un de nos confrères de la Société scientifique de Bruxelles, M. Léon De Lantsheere, a pris une part active aux travaux de la section de philologie, et le compte rendu officiel lui donne cet éloge bien mérité qu'il a tenu, pendant presque toute la séance du 3 avril, l'assemblée sous le charme de sa parole au sujet des Hittites, de leur histoire, de leur art et de leur langue (2).

Sujet bien spécial ; oui, mais M. De Lantsheere s'en est rendu si profondément maître, il l'a exposé avec tant de lucidité qu'il a réussi à intéresser vivement ses auditeurs. Il en sera de même pour tous ceux qui étudieront son savant mémoire.

Les Hittites sont ce peuple de la Syrie, inconnu il y a quelques années, qui semble avoir joué un certain rôle dans l'Asie mineure. On a naguère retrouvé ses monuments, ses inscriptions. Des travaux nombreux, aux conclusions les plus aventureuses, ont été publiés. Il n'était pas sans utilité de grouper les données certaines acquises jusqu'à présent, d'écarter décidément les hypothèses inadmissibles et d'indiquer ainsi les voies sûres qui peuvent mener à la solution des problèmes soulevés par la langue et la civilisation des Hittites.

Pour cela, M. De Lantsheere réunit d'abord tous les renseignements fournis sur les Hittites par la Bible, les documents égyptiens et assyriens, les monuments hittites eux-mêmes.

(1) *Un Chapitre d'évolution mythologique et philologique.* Congrès de 1891, VIe section, p. 78.

(2) *De la Race et de la langue des Hittites.* Ibid., p. 154.

Puis l'auteur essaie de déterminer à quelle race appartiennent les Hittites, et dans quel groupe linguistique il faut ranger leur idiome. Ces questions demeurent obscures; toutefois, M. De Lantsheere penche pour une opinion moyenne entre le système de M. Sayce et celui de M. Halévy. Les Hittites, d'origine septentrionale, et parlant une langue alarodienne, ont envahi un territoire occupé par les Sémites et les Chananéens.

Le dernier travail de philologie orientale présenté au congrès est celui de M. le baron Carra de Vaux, qui a tenté *Une classification des pluriels brisés en arabe* (1). Ce travail répond à une double question : quelle loi morphologique permet de reconnaître, parmi les vingt-quatre formes de pluriels brisés (2), une forme apte à servir de pluriel à un singulier donné ? Quelle raison logique a attribué à une forme existante ou possible la valeur d'un pluriel ?

M. Carra de Vaux attache, pour résoudre la première question, une grande importance au principe du renversement de l'accent. Pour la solution de la seconde, il signale deux tendances, l'une à faire du pluriel un collectif, l'autre à en faire un féminin. Nous ne pouvons insister davantage sur les développements de cette thèse, sous peine de fatiguer le lecteur. Aussi bien c'est aux arabisants, que la question intéresse, à se prononcer sur la valeur des vues neuves proposées par M. Carra de Vaux.

La linguistique européenne a été moins favorisée que la philologie orientale. Deux mémoires seulement représentent cette partie des études philologiques, l'un de M. le comte de Charencey sur quelques étymologies de la langue basque, l'autre de M. l'abbé Duquesnoy, qui traite de l'augment aux aoristes du verbe grec ἄγνυμι.

M. le comte de Charencey s'est occupé dans son travail des mots empruntés par le basque au gaulois, au grec et aux idiomes germaniques (3). Dans la discussion qui a suivi la lecture de ce mémoire, plusieurs objections ont été présentées. En particulier, M. Koschwitz a réclamé, pour des recherches de ce genre, la méthode la plus rigoureuse. Cette méthode doit s'inspirer, si

(1) Congrès de 1891, VIe section, p. 180.

(2) Ce chiffre n'est pas constant chez les différents grammairiens. La récente *Grammaire arabe* du P. Donat Vernier, S. J., Beyrouth, 1891, t. I, p. 260, cite vingt-neuf formes de pluriels brisés.

(3) *Sur quelques étymologies de la langue basque.* Congrès de 1891, VIe section, p. 58.

l'on veut aboutir à des résultats scientifiquement plausibles, des deux règles suivantes : reconstituer d'abord, d'après l'induction philologique, la forme sous laquelle le terme a dû être emprunté; en second lieu, prouver qu'en vertu des lois phonétiques en vigueur depuis la date de l'emprunt, le mot adopté a dû revêtir la forme sous laquelle il persiste aujourd'hui.

Dans son mémoire (1), M. l'abbé Duquesnoy établit qu'à l'époque classique les écrivains grecs évitèrent de faire sortir de l'indicatif l'augment des aoristes ἔαξα, ἐάγην, mais que depuis cette époque, sous l'influence contaminatrice du parfait κατ-εάγα sur l'aoriste κατ-εάγην et par suite sur κατ-έαξα, le peuple et même certains écrivains se sont habitués à ne plus restreindre l'usage de cet augment à l'indicatif. Ce travail de M. Duquesnoy, fruit de longues et patientes recherches dans les anciens grammairiens et dans les textes des auteurs revus sur les manuscrits, renferme une leçon indirecte aux auteurs du programme de licence proposé en France à la session d'avril 1889. On y demandait en effet de conjuguer à *tous les modes* l'aoriste passif ἐάγην. M. Duquesnoy prouve fort bien que, si l'on fait profession de garder la langue des grands siècles, il faut s'en tenir à l'indicatif.

Nous avons terminé la revue sommaire des travaux de la section de philologie du congrès de 1891. Pour dire toute notre pensée, nous n'hésitons pas à déclarer que les travaux constituent un ensemble très satisfaisant. Ils dénotent des auteurs parfaitement à la hauteur de leur tâche. En particulier, les mémoires de MM. Koschwitz, Rousselot, De Lantsheere et Carra de Vaux attireront certainement l'attention des spécialistes.

Espérons que l'école philologique belge aura à cœur d'organiser la section au congrès de 1894, et lui assurera un égal succès.

J. Van den Gheyn, S. J.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Les mathématiques et leur histoire ne tiennent qu'une place peu considérable dans les congrès de 1888 et 1891. Voici un aperçu sommaire des sujets traités dans les 142 pages qui y ont été consacrées.

(1) *L'augment aux aoristes du verbe* ἄγνυμι. Congrès de 1891, VIe sect., p. 89.

L'Enseignement des arts libéraux à Chartres et à Paris, dans la première moitié du XIIe siècle, d'après l'Heptateuchon de Thierry de Chartres, par M. l'abbé Clerval, professeur au grand séminaire de Chartres (1888, t. II, pp. 277-296). — Description et analyse du célèbre manuscrit dont Chasles a tiré, il y a un demi-siècle, des renseignements si curieux sur l'histoire de l'arithmétique. Parmi les conclusions de l'auteur qui peuvent intéresser les mathématiciens, nous citerons celle-ci : il est probable que c'est Hermann le Dalmate qui a traduit les *Canones Ptolemei,* au XIIe siècle, et qui a fait connaître le zéro arabe à Thierry de Chartres. M. l'abbé Clerval admet encore que les apices peuvent être attribués à Boèce, opinion difficile à soutenir aujourd'hui.

Esquisse de l'histoire des origines du calcul infinitésimal, par M. C. Narbey, premier vicaire à Clichy (1891, VIIe section, pp. 89-102).— Albert le Grand parle avec précision de l'infini en mathématique. Divers auteurs du moyen âge, en traitant des progressions et des comparaisons de vitesses dans les mouvements, ont préparé sans doute la voie à Wallis et à Neper, et par Wallis à Newton et Leibniz. L'auteur attribue avec raison une grande influence au livre de Wallis, *Arithmetica infinitorum,* sur Newton. Incidemment, il fait remarquer que Boèce n'a pas connu nos chiffres.

Communication relative à la nouvelle édition des œuvres complètes d'Augustin Cauchy, par M. Valson, doyen de la Faculté catholique des sciences de Lyon (1888, t. II, pp. 515-520).— Cauchy (1789-1857), le plus éminent des mathématiciens français du XIXe siècle, a fait des découvertes capitales en arithmétique supérieure, en analyse, en géométrie, en mécanique, en physique mathématique et en mécanique céleste. Sa vie nous offre l'un des plus beaux exemples qu'on puisse citer de l'alliance d'un génie supérieur avec une foi simple et pratique, ardente et pure de tout alliage. M. Valson donne une notice sur l'édition des œuvres de ce grand géomètre, publiée par lui sous les auspices de l'Académie des sciences de Paris, et qui ne comprendra pas moins de 26 volumes in-4° de 500 pages. Cauchy a écrit quatre livres d'enseignement sur l'analyse, dix volumes à part de mémoires sous les titres *Exercices, Résumés, Nouveaux exercices,* et en outre encore, plus de 600 autres notes ou mémoires, dans divers recueils.

L'Esprit des mathématiques dans les temps modernes, par M. Lauro Clariana-Ricart, professeur de calcul différentiel et de

calcul intégral à l'Université de Barcelone (1888, t. II, pp. 501-513).—Esquisse rapide de l'histoire des mathématiques, dans le but de faire ressortir la tendance moderne des mathématiciens à revêtir leurs conceptions d'une forme géométrique. Selon l'auteur, les géomètres actuels partent de l'observation empirique pour remonter à ce qu'il y a de plus transcendantal, tandis que les Grecs posent des axiones pour les porter ensuite sur le terrain de la réalité. Le mieux serait de chercher la base des mathématiques à la fois dans le monde réel et dans le monde des idées. Selon nous, la *forme* seule des sciences mathématiques, au XIXe siècle, est géométrique, le *fond* devient de plus en plus arithmétique pur. En outre, l'expérience ne décide pas plus en faveur de la géométrie euclidienne que de l'une des géométries non euclidiennes voisines, contrairement à ce que semble affirmer l'auteur.

Influence du monde idéal dans l'analyse infinitésimale, par M. Lauro Clariana-Ricart, professeur de calcul différentiel et de calcul intégral à l'Université de Barcelone (1891, VIIe section, pp. 74-88). — L'idée de l'indéfiniment petit suffit pour établir simplement les bases de l'analyse infinitésimale, vérité exposée ici un peu longuement et sans qu'il soit dit suffisamment que les méthodes rigoureuses des anciens et des modernes, dans les questions relatives à l'analyse infinitésimale, sont absolument équivalentes.

Note sur quelques questions classiques de mécanique et d'analyse, par M. Villié, doyen de la faculté des sciences de l'Université catholique de Lille (1891, VIIe section, pp. 16-21).— 1° Quand un mobile doit passer avec une vitesse nulle en un point où il serait en équilibre, cette position d'équilibre est en général instable et ne peut être atteinte qu'au bout d'un temps infini. 2° Signe du rayon de courbure d'une courbe plane en coordonnées polaires. 3° Signe du rayon de torsion d'une courbe gauche. 4° Distance minima ou maxima d'un point à une surface. 5° Existence de l'intégrale définie. La démonstration du dernier théorème n'est pas nouvelle : elle est due à Cauchy, comme le théorème lui-même, souvent attribué à Riemann ou à M. Darboux (Voir *Statique* de Moigno, c. 7 et 9).

Sur une application des fonctions elliptiques, par M. l'abbé Rivereau, professeur à la Faculté des sciences, à l'Université catholique d'Angers (1891, VIIe section, pp. 22-29). — L'auteur montre d'abord comment on peut ramener l'une à l'autre deux méthodes

données par Halphen pour réduire les intégrales elliptiques à la forme normale de Weierstrass. Il se sert ensuite des formules obtenues pour exprimer les coordonnées homogènes d'un point d'une cubique plane par des fonctions entières de pu et de ses dérivées. Enfin, il démontre le théorème sur la constance du rapport anharmonique des tangentes menées à une cubique par un de ses points.

Discussion sur les principes de la géométrie (1891, VIIe section, pp. 381-382).— 1° M. de Broglie : Il faudrait mettre davantage en évidence les principes intuitifs de la géométrie, puis démontrer, au moyen de ces principes, non seulement le postulatum d'Euclide, mais aussi d'autres propositions admises implicitement dans la plupart des traités. 2° M. Maxsion : Les lacunes signalées sont déjà comblées par divers géomètres, sauf pour le postulatum d'Euclide. Mais on a prouvé pour celui-ci : *a)* qu'il ne pouvait se déduire des propriétés de la ligne droite admises universellement comme caractérisant cet être géométrique; *b)* qu'il était compatible avec ces propriétés, et, par suite, que la géométrie euclidienne est absolument rigoureuse. La métagéométrie, ou géométrie générale, a donc contribué à affermir et non à ébranler la certitude de la géométrie euclidienne. Ce qu'elle a ébranlé, c'est un des dogmes admis sans preuve aucune par Kant et ses adhérents, savoir que nos affirmations premières sur l'espace sont des jugements synthétiques *à priori*, c'est-à-dire des jugements qui ne sont établis ni par l'expérience, ni par le raisonnement.

Principes de la nouvelle géométrie du triangle, par le R. P. Aug. Poulain, S. J., sous-directeur des internats à l'Université catholique d'Angers (1891, VIIe section, pp. 30-73).—Résumé original, sous une forme très condensée et cependant claire et élémentaire, des principaux travaux analytiques sur la géométrie du triangle, avec quelques aperçus nouveaux ou peu etudiés, " qui pourraient devenir le point de départ de nouveaux développements intéressants „ (Neuberg, *Mathesis,* 1892, p. 43). Dix chapitres : 1. Objet de la nouvelle géométrie du triangle. 2. Coordonnées trilatères et barycentriques. 3. Quelques équations trilatères. 4-5. Points réciproques, inverses, dérivés. 6-7. Coordonnées tripolaires et angulaires. 8. Angles et distances. 9. Méthode pour démontrer les théorèmes. 10. Encore quelques points remarquables.

Méthode nouvelle pour réduire l'équation d'une conique et déterminer ses axes ou son paramètre, par M. V. Lac de Bosredon, professeur à la Faculté catholique des sciences d'Angers (1891, VIIe section, pp. 5-15). — On met l'équation de la conique à centre sous forme de somme de carrés de fonctions linéaires, et l'on prend pour nouveaux axes de coordonnées les droites ayant pour équations ces fonctions linéaires égalées à zéro. On trouve les axes de la courbe en se servant des théorèmes d'Apollonius sur la relation entre les axes et les diamètres conjugués. On procède à peu près de même dans le cas de la parabole. La méthode n'est pas entièrement nouvelle.

Copernic, par M. P. Mansion (1891, VIIe section, pp. 382-384). — Copernic, après S. Thomas et Posidonius ou son abréviateur Geminus (comme beaucoup de savants du XVIe siècle et du commencement du XVIIe siècle, et aussi plusieurs géomètres éminents de notre temps), regardaient les théories astronomiques comme de pures hypothèses explicatives, des descriptions systématiques des phénomènes. Cette manière de voir exclut toute recherche des causes de ces phénomènes, laquelle est réservée à la partie de la philosophie appelée aujourd'hui cosmologie. — Ajoutons ici que le célèbre procès de Galilée a roulé tout entier, non sur la question astronomique (telle qu'on l'entendait alors et qu'on doit l'entendre aujourd'hui encore), mais sur la question de cosmologie ou de philosophie qui peut s'y rattacher; le texte de la condamnation le prouve d'ailleurs sans réplique.

P. M.

SCIENCES PHYSIQUES.

Au premier congrès, les sciences physiques furent associées aux sciences mathématiques et naturelles pour ne former qu'une seule section ; mais un physicien avait été délégué spécialement dans le but de recueillir des adhésions parmi les travailleurs et d'obtenir leur concours. Le professeur des Facultés catholiques de Lille, à qui échut l'honneur de cette délégation, eût vivement désiré que de nombreux collègues vinssent apporter au congrès l'exposé de leurs recherches ou bien qu'ils choisissent un sujet dans le vaste programme des questions proposées. Mais, malgré

ses démarches et ses sollicitations, deux mémoires seulement purent être lus en séance : c'était peu pour une science qui est en train de révolutionner le monde.

Le second congrès ne changea rien à l'organisation des bureaux, ni au reste, mais le résultat fut tout autre, attendu que onze mémoires purent être retenus pour être communiqués à l'assemblée : si la progression se poursuit, il y aura pléthore au congrès de Bruxelles. Il faut reconnaître que la commission d'examen fut bénigne, et qu'elle accorda le *legatur* et l'*imprimatur* à la plupart des postulants. Un vice-président physicien fut donné à la sixième section dans la personne de M. Amagat, membre correspondant de l'Institut, et sa parole autorisée fut d'un grand secours dans les discussions très vives qui s'élevèrent entre les physiciens et les métaphysiciens; ce devraient être des frères, mais ils mériteraient souvent d'être appelés des frères ennemis. Hâtons-nous de dire que les choses finissent d'une façon plus pacifique aux congrès qu'à Thèbes, car Polynice et Étéocle ne se séparent jamais sans se serrer cordialement les mains.

Parmi les onze mémoires admis aux honneurs de la lecture, nous en retrouvons deux des RR. PP. Leray et Bulliot, qui avaient seuls porté le drapeau des sciences physiques au premier congrès. Comme les communications de 1891 font suite à celles de 1888, nous réunirons les analyses de ces importantes études, qui toutes deux confinent à la philosophie naturelle.

Le R. P. Leray, professeur au collège des Eudistes de Versailles, poursuit depuis de longues années un essai de synthèse des forces physiques : sa théorie a été exposée dans deux volumes auxquels nous renvoyons les lecteurs désireux de l'approfondir; le savant religieux en a lu et développé deux chapitres aux deux congrès de 88 et de 91. Son premier mémoire était intitulé : *Origine et conservation simultanée de la chaleur et de la pesanteur* (1); le second avait pour objet *La Cohésion* (2); les deux étaient remarquables par l'originalité des vues et la nouveauté des aperçus. Adversaire déclaré de l'action à distance, le P. Leray essaie de rendre compte des phénomènes physiques au moyen des chocs d'éléments constituant un milieu subtil, extrêmement élastique ; c'était l'idée de Lesage, mais elle a été sensiblement

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 521.

(2) Congrès de 1891, VIIe section, p. 114. *Plan d'un mémoire sur la cohésion.*

modifiée et réellement perfectionnée. L'éther élastique ne suffit plus à la tâche qui lui incombe et il est nécessaire de lui adjoindre un auxiliaire, *l'éon,* dont les atomes impénétrables, mais élastiques et déformables dans les chocs, sont plus petits encore que ceux de l'éther ; l'éon est dépositaire de l'énergie primordiale de la nature, et il communique cette énergie à l'éther par ses chocs. L'éther, non élastique par lui-même, le devient ainsi et prend la propriété de ne pouvoir transmettre que les vibrations longitudinales, à l'exception des vibrations transversales, qui s'y éteignent presqu'aussitôt nées. Voici en quels termes M. Amagat rend compte de l'œuvre du P. Leray dans la *Revue générale des sciences :* " Par l'ingéniosité des idées qui y sont exposées et la logique de leur enchaînement, par le nombre considérable des questions importantes qui y sont traitées avec succès et même par les développements analytiques dont ces questions ont été l'objet, le travail du P. Leray est une œuvre originale et remarquable, qui mérite d'être lue avec attention par toutes les personnes qui s'intéressent aux progrès de la physique mathématique et que les questions relatives à la philosophie générale ne laissent pas indifférentes. „ Nous souscrivons sans réserve à cet éloge de notre distingué collègue, bien que nous estimions qu'il faut accepter avec la plus grande réserve les théories générales ayant pour but de donner le dernier mot de toutes choses.

Le R. P. Bulliot est un de ces disciples de saint Thomas qui attachent le plus grand prix aux lois de corrélation des phénomènes, mais qui se refusent à accepter la théorie de l'unité des forces, " parce qu'elle leur paraît aussi dangereuse que peu fondée; „ cette déclaration est empruntée au premier mémoire du savant professeur de l'Institut catholique de Paris, intitulé : *L'Unité des forces physiques au double point de vue scientifique et philosophique* (1). Ce travail est une protestation contre la prétention que l'auteur attribue aux sciences physiques de vouloir détrôner la philosophie pour élever à sa place la mécanique; " c'est choisir la moins clairvoyante des sciences, dit-il, pour en faire la reine de toutes les autres. „ D'après l'auteur de ce mémoire, la théorie de l'unité des forces physiques manque de preuves, parce qu'elle ne s'appuie que sur des relations mathématiques, sur des rapports de quantité, alors qu'il s'agit exclusivement d'une question de qualité. Il déclare que " Dieu a donné à la

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 580.

matière plus que le mouvement; il a mis jusque dans l'atome comme une lointaine image de sa propre vie, des principes actifs et des inclinations naturelles qui meuvent tous les êtres vers leur fin et qui sont les vraies sources de l'énergie et les lois directrices du monde. „ Ce peu de mots suffit pour montrer que le savant travail du P. Bulliot s'était fourvoyé dans la section des sciences naturelles et qu'il aurait dû rester dans la section des sciences philosophiques; aussi, au congrès de 1891, les philosophes furent-ils réunis aux hommes de science pour entendre le second mémoire du P. Bulliot, sur les *Principales théories de la combinaison chimique* (1). Il y compare la thermochimie moderne, la théorie atomique et la théorie aristotélicienne de la transformation substantielle : inutile de dire laquelle des trois a les préférences du profond théologien. Ayant été *partie* dans la discussion, nous n'aurons pas l'outrecuidance de devenir *juge* dans ce compte rendu, et nous nous contenterons de renvoyer le lecteur aux procès-verbaux des séances, dans lesquels il pourra étudier les objections et les ripostes de MM. le R. P. Poulain, de Vorges, P. Gayraud, Dom Lamey, Witz; Mgr Freppel lui-même daigna intervenir dans le débat.

Il nous paraît utile de citer à la suite de ces études l'essai de l'auteur du présent compte rendu sur *Les Certitudes et les hypothèses de la physique moderne* (2), dans lequel il s'est efforcé de rechercher ce qu'il y a de sûr et ce qui reste douteux dans la science : les physiciens sont moins présomptueux qu'on ne le croit.

M. Le Corguille a présenté un intéressant mémoire sur *L'Éther et l'Électricité;* c'est une théorie nouvelle, appuyée sur la définition suivante : “ l'électricité est l'ensemble des phénomènes qui ont pour cause primordiale commune une variation de la force élastique normale de l'éther en un ou plusieurs points. „

Arrivons à des travaux appartenant plus spécialement à la physique : nous devons mentionner tout d'abord le remarquable exposé fait par M. Branly, professeur à l'Institut catholique de Paris, de ses recherches et de ses découvertes sur les *Variations de conductibilité des isolants sous différentes influences électriques* (4). On connaissait déjà l'énorme résistance opposée au passage des

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 329.

(2) Ibid., p. 150. — Revue des quest. scient., t. XXX, juillet 1891, pp. 39 et suiv. : *De la Méthode et des théories de la physique moderne.*

(3) Congrès de 1891, VIIe section, p. 135.

(4) Ibid., p. 116.

courants électriques par les métaux en poudre; on avait vu qu'une compression énergique augmentait la conductibilité, mais on ignorait que les influences électriques exerçaient une action considérable. La résistance tombe de plusieurs millions d'ohms à 200 ou 300 ohms par la décharge à distance d'une batterie, par une étincelle de machine Wimshurst, par le passage d'un courant fourni par une pile de 100 volts de différence de potentiel, etc. L'action peut s'exercer sur la substance pulvérulente en circuit ouvert ou en circuit fermé. Les poudres métalliques ne sont pas les seules substances sensibles, car on observe encore des effets analogues sur la galène pulvérisée et le bioxyde de manganèse en poudre. Enfin, M. Branly a constaté qu'un choc ramène la limaille à son état primitif ; une élévation de température produit le même résultat. Diverses expériences, faites sous les yeux des auditeurs, leur ont permis de suivre sans difficulté l'exposé de la question, et ils ont vivement apprécié la science profonde de l'orateur et les ressources du cabinet de physique de l'Institut catholique. A un autre point de vue, M. Branly a démontré à l'évidence qu'il est certaines questions de science pure qu'on peut aisément produire aux congrès catholiques, et cette indication contribuera certainement à provoquer d'intéressantes communications au congrès de Bruxelles.

Avec M. Couette (1), nous abordons une question de physique mathématique : notre savant collègue de l'Université catholique d'Angers a cherché à déduire de la théorie générale des pressions de Cauchy les deux théorèmes capitaux de la capillarité, relatifs à l'égalité de la tension superficielle en tous les points d'une même surface limite et à la formule de Laplace. C'est une belle étude qui fait grand honneur à son auteur et qui produit un excellent effet dans le *Compte rendu* de la septième section. Voilà encore un exemple à suivre au prochain congrès.

Une question bien faite pour donner de l'intérêt à une séance est celle de *L'Habitabilité des astres* (2) qu'a traitée M. Boiteux. Vénus ne serait qu'une tanière de marmottes et d'hibernants, Mars ne présenterait pas de sécurité par suite de l'instabilité de son sol, Saturne donne des inquiétudes sur son avenir; bref, nous devons nous trouver fort bien sur la Terre.

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 103 : *Application de la théorie des pressions de Cauchy aux phénomènes capillaires.*

(2) Ibid., p. 294 : *Les Terres sidérales ou l'habitabilité des astres.*

C'est notre globe qui a fait l'objet d'une belle étude de M. Ferron, ingénieur, membre de l'Institut de Luxembourg (1); il a discuté savamment l'hypothèse du feu central, émise par Fourier, combattue par Ampère et Poisson, appuyée par Petzholdt et M. de Lapparent. Ces diverses théories sont discutées à fond par l'auteur de ce travail, avec une grande netteté.

C'est une question d'ingénieur qu'a choisie M. Flachat : il a présenté une *Note sur la jonction par rails de l'Angleterre au continent* (2). D'après lui, cette jonction ferrée s'impose; elle se serait faite aisément par tunnel, elle sera plus difficile par viaduc; mais les Anglais ne veulent pas du tunnel et par suite c'est le pont qui se construira probablement. M. de Lapparent a trouvé M. Flachat trop optimiste : il s'effraie de voir fonder des piles en pleine mer à 50 mètres de profondeur. Mais n'a-t-on pas vu souvent de nos jours l'invraisemblable devenir une réalité ?

Il nous reste enfin à signaler une courte, mais intéressante étude de M. le colonel J. de la Llave, ancien professeur à l'école du génie militaire espagnol de Guadalajara, sur *Les Progrès récents de la balistique* (3) : il y expose une méthode nouvelle de M. le lieutenant-colonel Siacci de l'armée italienne, et il montre comment on résout par ce procédé les problèmes usuels relatifs au tir rasant et au tir plongeant.

Cette revue rapide des travaux des physiciens du congrès autorise les plus grandes espérances pour la troisième session du congrès international des catholiques.

Aimé Witz.

SCIENCES NATURELLES.

Les mémoires concernant les sciences naturelles proprement dites qui ont été fournis aux deux congrès de 1888 et de 1891, se rapportent à la Géologie, à la Botanique, à la Zoologie, à la Physiologie et à la Biologie.

(1) Congrès de 1891, VIIe section p. 246 : *Sur la température du globe terrestre.*
(2) Ibid., p. 313.
(3) Ibid., p. 307.

I. Géologie.

Nous n'aurons pas à parler, en géologie, des deux mémoires les plus importants, dus à M. de Lapparent; car ils ont été publiés *in extenso* dans ce recueil. L'un, sur *La Formation de l'écorce terrestre* (1) — où l'origine ignée de notre sphéroïde et la persistance, sous son écorce, d'un noyau liquide incandescent, sont démontrées à l'encontre des diverses objections qu'on a tenté de leur opposer, — a paru dans la livraison de juillet 1888. Le second, qui a pour titre : *La Destinée de la terre ferme et la durée des temps géologiques* (2), a été publié en juillet 1891, et chacun l'a encore présent au souvenir.

Les autres mémoires, pour se rapporter à des données plus restreintes, n'en ont pas moins leur importance, et il y a intérêt à les mentionner.

Dans une *Note sur la mesure du temps en géologie* (3), M. Tardy, de Bourg-en-Bresse, prétend établir une chronologie non plus relative, mais réelle, des temps préhistoriques et quaternaires. Des restes d'habitations correspondant à des temps historiquement connus ayant été trouvés sous des couches alluviales plus ou moins épaisses, et l'intervalle des unes aux autres étant de huit siècles, l'auteur s'est demandé si cette durée ne serait pas périodique; et il a cru retrouver cette périodicité dans les traces humaines recueillies dans les alluvions de la Saône, ainsi que dans les différences de niveaux des retraits successifs des derniers glaciers quaternaires. En combinant ces inductions avec des déductions tirées de certains phénomènes astronomiques, il arrive à établir la chronologie suivante :

Lᵉ siècle A. C. : Création probable de l'homme.

XLIIIᵉ siècle A. C. : Arrivée de l'homme dans la vallée de la Marne creusée durant les siècles précédents.

XLIIᵉ et XLIᵉ siècles : Développement de la civilisation chelléenne.

XLᵉ et XXXIXᵉ siècles : Période acheuléenne.

Du XXXVIIIᵉ au XXXVᵉ siècles : Décadence moustérienne.

XXXIVᵉ siècle : Solutréen.

Du XXXIIIᵉ au XXXIᵉ siècles : Civilisation magdalénienne florissante, suivie d'une décadence se poursuivant jusqu'au XXVIIᵉ siècle.

(1) Congrès de 1888, t. II, p. 480.
(2) Congrès de 1891, VIIᵉ section, p. 275.
(3) Congrès de 1888, t. II, p. 571.

Dans sa période de huit siècles prise pour unité principale, M. Tardy a trouvé des subdivisions déterminées par la succession des lits de marnes et de cailloux dans les moraines, par la supputation des mercuriales de marchés aux grains, par la variation des taches solaires, etc.

Rapprochements ingénieux assurément, mais qui semblent bien hypothétiques et peu faits, semble-t-il, nonobstant tout le savoir de l'auteur, pour ouvrir à la science une voie nouvelle et féconde.

Le golfe Normano-Breton n'a pas toujours été aussi étendu qu'il l'est aujourd'hui. Par suite soit d'un affaissement du sol, soit d'un exhaussement du niveau de la mer, il a, depuis les temps historiques, gagné sensiblement sur le continent, comme le démontre le R. P. Noury, dans un intéressant mémoire intitulé : *Forêts sous-marines et relations anciennes de Jersey avec le Cotentin* (1). Il fut un temps où l'île de Jersey, unie du côté de l'est au continent au moins à marée basse, se prolongeait à l'ouest en une vaste forêt, la forêt de La Brequette, dont on voit encore, sous les basses eaux, des souches et des étocs. Les îles de Chausey tenaient au littoral actuel de Grandville, et le Mont-Saint-Michel, au lieu d'être entouré d'eau comme aujourd'hui, émergeait de l'immense forêt de Scesciac ou Scissy.

Les conquêtes de la mer sur le sol ne se sont faites que successivement. Déjà la mer avait envahi les abords du Mont-Saint-Michel, probablement dans la seconde moitié du VIe siècle, en même temps que le groupe des Chausey était séparé du continent, alors que durant le XIVe siècle, quand depuis longtemps La Brequette avait disparu sous les eaux, le plateau des Écréhou n'était pas encore définitivement rentré dans le domaine de la mer.

A quelle époque a commencé ce mouvement d'empiètement de la mer? On l'ignore. Il était peu avancé, semble-t-il, au temps de la conquête romaine. Mais, avec plus ou moins de lenteur, il se continue toujours; et viendra un temps où, d'après MM. Quénault et Chèvremont, le Cotentin sera devenu une île, les îles Britanniques ne montreront plus au-dessus des eaux que quelques pics isolés, et le golfe Normano-Breton agrandi ne verra plus à dépasser son niveau que les cimes désolées du Mont-Dol, du Mont-Saint-Michel et des îles anglo-normandes.

Dans combien de temps? Dans dix siècles seulement, dit M. Quénault; dans 5500 ans, dit M. Chèvremont.

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 342.

Quant au R. P. Noury, s'en tenant au passé, il formule ainsi ses conclusions :

" Par le fait du retrait de la mer, Jersey, à l'époque de la grande extension des forêts, a communiqué avec la France; et elle ne paraît pas en avoir été définitivement séparée avant le VIe ou le VIIe siècle de notre ère. "

Le titre du mémoire présenté par M. l'abbé Tournier au congrès de 1888 (1) en donne presque le résumé : *Coupe du jurassique supérieur et du purbeckien de Virieu-le-Grand; Distribution irrégulière des calcaires lithographiques et des schistes bitumineux dans l'est du département de l'Ain.* Il s'agit principalement d'une petite chaîne transversale située entre Virieu-le-Grand et Artemare, et dont les couches inclinées permettent de constater la succession des diverses strates du séquanien (calcaires lithographique, à térébratules, à polypiers, à cassure polyédrique, formant un ensemble de 63 mètres de puissance) et du tithonique comprenant 40 m. de virgulien, 38 m. de bolonien et de portlandien, 14 m. de purbeckien.

Le séquanien et le virgulien ont été également trouvés par l'auteur, plus au nord, dans la vallée de la Valserine, associés à des schistes et calcaires bitumineux avec empreintes de *Zamites Feneonis.* Il en conclut que les dépôts de la plage virgulienne, d'abord parallèles au récif de Virieu, Pierre-Chalet et la Dent-du-Chat, ont ensuite pénétré au nord dans les anses laissées libres entre les différents îlots coralliens. Ainsi s'expliquerait la position irrégulière des schistes kimméridgiens dans le Bugey.

La *Monographie géologique de la commune de Péret (Hérault),* par M. l'abbé Gouzes, curé de Cabrières (2), est une description très détaillée de la constitution géologique d'une commune du Languedoc, et pourrait servir de type pour des monographies analogues d'un grand nombre d'autres localités. Située sur le versant sud de la petite chaîne de l'Escandolgue, près de la vallée de la Boyne, affluent de l'Hérault, la commune de Péret contient dans sa partie montagneuse des dépôts sédimentaires: silurien, dévonien inférieur, moyen et supérieur, permo-carbonifère, trias, calcaires du lias; plus quelques roches d'origine interne, les unes éruptives et basaltiques dues à un ancien volcan, le Bronn, les autres consistant en filons de quartz cuprifère et plombifère.

(1) T. II, p. 569.
(2) Congrès de 1891, VIIe section, p. 360.

Sur la commune de Péret commence la plaine qui, du confluent de l'Hérault et de la Boyne, s'en va jusqu'à la mer. Sur Péret, on y trouve des marnes du miocène moyen entremêlées de calcaires lacustres avec fossiles de Planorbes et de Limnées. Aux temps tertiaires, la mer, puis un lac, ont concouru à former cette plaine, au sein de laquelle affleure un dépôt fluvio-volcanique de beaucoup postérieur. L'état marécageux qui en est résulté a subsisté jusqu'à des temps rapprochés de nous, suivi de verdoyants pâturages. Aujourd'hui encore on trouve une nappe d'eau à $1^{m},50$ de profondeur.

II. **Botanique.**

A quelle classe de plantes se rattachent exactement les *Lichens?* C'est la question qu'a cherché à résoudre M. l'abbé Hy, professeur à l'Institut catholique d'Angers (1). Sont-ce des Champignons? Ils en ont tous les organes. Sont-ce des Algues? Comme celles-ci et à la différence de ceux-là, ils ne vivent pas aux dépens de matières organiques préexistantes, mais ont une vie indépendante. Par une laborieuse et patiente investigation microscopique du thalle des Lichens, l'auteur y a reconnu la présence de *gonidies,* cellules à chlorophylle sans rapports d'organisation avec les tissus cellulaires de la plante dépourvus de tout pigment, et provenant conséquemment d'organismes différents. Ces gonidies sont de véritables Algues jouant le rôle modeste de nourricières de véritables Champignons. Les Lichens constituent donc une famille de Champignons, mais famille très distincte des autres par son mode de vie non proprement parasitaire mais *associée,* les gonidies, douées de motilité lors de leur multiplication par les zoospores, venant s'implanter sur les thalles des Lichens.

Dans les échelons inférieurs du règne végétal bien des classes sont douteuses. Que sont les *Characées,* ces plantes aquatiques submergées, profondément distinctes des Mousses? Phanérogames monocotylédones voisines des Naïadées avec A.-L. de Jussieu? Cryptogames vasculaires avec Brongniart? Algues avec Endlicher, Adrien de Jussieu et autres?

(1) *Observations sur la nature des Lichens.* Congrès de 1888, t. II, p. 468.

M. l'abbé Hy, dans *Les Affinités des Characées* (1), démontre d'abord que ces plantes ne sont ni des Algues, ni des végétaux vasculaires cryptogamiques, ni à plus forte raison, des phanérogames. Mais elles présentent, au moins durant leur phase embryonnaire et transitoire, certains traits communs avec les Muscinées, et sont, avec ces dernières, les seuls végétaux acrogènes pourvus d'un sporocarpe, d'un véritable fruit, fort dissemblable toutefois dans celles-ci et dans celles-là. Finalement l'auteur établit pour les Characées un ordre plus général dans lequel il comprend aussi les Muscinées ou Mousses : c'est l'ordre des *Bryophytes,* qu'il place entre les *Thallophytes* et les *Ptéridophythes.*

Situées entre les 51e et 54e degrés de longitude est du méridien de Paris et les 4e et 5e parallèles au sud de l'équateur, les îles Seychelles, au climat chaud et humide, possèdent une luxuriante végétation. M. Fauvel fait connaître les types principaux de *La Flore des îles Seychelles* (2). Indiquons-en quelques-uns.

Le *Northea Sechellarum* (W. Hooker), de la famille des Sapotés, est un grand arbre à bois de fer; il n'existe que dans ces îles, de même que certains palmiers : *Nephrosperma, Roscheria, Verschaffeltia, Stevensonia,* et enfin le fameux Cocotier des Seychelles ou *Lodoicea* au fruit énorme à deux lobes dit *Coco double.* Un Latanier, le *Roscheria melanochoetes,* un Vacoa, le *Pandanus multiplicatus,* sont supportés, comme les palétuviers, sur de nombreuses racines aériennes.

On y trouve aussi : le *Casuarina equisetifolia* qui n'est autre que le *Filao* de l'Océanie; le Cocotier commun, *Cocos nucifera;* la *Tatamaca* ou *Calophyllum inophyllum* à résine émétique; les *Barringtonia speciosa* et *racemosa,* Myrtacés croissant sur les plages, le pied dans l'eau de mer, et donnant un fruit dont l'amande comestible est de la grosseur d'un œuf; des Palmiers, dattier et autres; venu de Madagascar, le *Ravenala,* le plus beau des Bananiers, surnommé l'Arbre des voyageurs; l'Avocatier, *Persea gratissima,* voisin des Lauriers; le *Jacquier* ou Arbre à pain, de la Malaisie, au fruit féculent, aux feuilles coriaces et immenses; l'Arbre de Cythère *(Spondias edulis* ou *dulcis),* originaire de Tahiti, et le Manguier *(Mangifera indica),* deux Térébinthacés, de même que le Jamrosier *(Jambosia vulgaris).*

Les arbrisseaux et arbustes sont moins abondants. Signalons

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 209.
(2) Ibid., p. 215.

cependant : le Népenthès ou plante pot-à-eau *(Nepenthes Vardii)*; le Gardenia d'Anna; la Ketmie rose de la Chine *(Hibiscus rosa sinensis)*; diverses variétés d'Orangers dont plusieurs indigènes; le Goyavier blanc *(Psidium pyriferum)*; l'*Anona squamosa* ou Pomme-canelle, et le Corossoll *(A. muricata)*.

Dans la seule île de Mahé on compte 72 Fougères, dont huit n'existent que là et dont deux sont arborescentes.

Parmi les plantes herbacées, il n'en est aucune dont la végétation soit annuelle. Elles comprennent d'admirables Orchidées, y compris la *Vanilla phalænopsis* ou Vanille sans feuilles. L'*Alpinia majestica*, leur voisine, donne une des plus belles fleurs qu'on puisse voir. Le rôle des nos ronces est dévolu, en ces îles, à une liane, *Lantana amara*.

De l'analogie de composition minéralogique, botanique et zoologique des Seychelles avec Madagascar, d'aucuns ont tiré cette conjecture qu'elles représenteraient les débris d'un continent disparu dont aurait fait partie la grande île africaine.

Le R. P. Duss n'a pas collectionné moins de 134 familles végétales en Martinique. Celle des Légumineuses (1) comprend 126 espèces réparties en 57 genres, eux-mêmes partagés entre les trois tribus des Papilionacés, des Césalpiniés et des Mimosés.

Les Mimosés sont représentés par cinq espèces de *Mimosa*, onze *Acacias*, quatre *Calliandres* dont un très grand arbre, *Calliandra saman*, et divers arbrisseaux y compris l'ornemental Buisson ardent, *C. purpurea*.

Parmi les Césalpiniés, signalons le Bois de campèche, *Hematoxylon campechianum*, arbrisseau à fleurs jaunes, très recherché; le *Cæsalpinia sepiaria*, vulgairement Arrête-bœuf, plante sarmenteuse à fleurs très ornementales; dix ou douze espèces de Cassia; le Tamarinier des Indes, *Tamarindus indica*, bel et grand arbre, bois dur, ombrage perfide; le Courbaril ou *Hymenæa*, très bel arbre exsudant une gomme aromatique, bois de construction; le *Copaifera officinalis*, l'arbre à baume de Copahu; enfin une plante nouvelle, le *Bauhinia* ou Grand-macata, ou encore Bois de Saint-Thomas.

Une dizaine de plantes fourragères figurent parmi les Papilionacées; ce sont des *Desmodies*, appelées vulgairement : Trèfle, Petit trèfle, Trèfle blanc, T. courant, T. tortueux. On y

(1) *Les Légumineuses de la Martinique*, par le R. P. Duss, de la Congrégation du Saint-Esprit, professeur de sciences naturelles à l'Institution du Saint-Esprit, à Beauvais. — Congrès de 1891, VIIe section, p. 235.

compte aussi des arbres, des arbrisseaux, des plantes sarmenteuses, tous végétaux décoratifs ; le Colibri végétal ou *Agati grandiflora,* deux Bois immortels, botaniquement *Erythrina corallodendron,* et *E. glauca;* la Liane réglisse *(Abrus precatorius);* le Sophora cotonneux *(S. tomentosa),* arbrisseau très ornemental; de nombreuses plantes alimentaires dans la série des *Phaseolus* ou haricots; enfin quelques types entièrement nouveaux : *Vigna unguiculata* ou Pois bord-de-mer; *Dussia martinicensis* (Krug et Urban) ou Bois gamelle, arbre de moyenne grandeur.

III. Zoologie.

Comme les plantes, les animaux sont distribués par régions, sur le globe. La Chine, sous le rapport zoologique comme sous le rapport botanique, appartient à la région *paléarctique* et, pour la plus grande partie, à la sous-région *chino-japonaise,* qui diffère profondément du surplus de la région, comprenant, avec le nord de l'Afrique et l'Europe entière, l'Asie moins les contrées situées au sud de l'Himalaya.

Nous ne saurions, dans ce sommaire, mentionner les innombrables espèces signalées par l'auteur du mémoire sur *La Faune chinoise* (1); tenons-nous-en aux généralités.

Parmi les Mammifères, la Chine compte *dix* espèces de Quadrumanes dont sept lui sont spéciales; *trente-cinq* Chéiroptères dont trois seulement se rencontrent ailleurs; *dix* Insectivores dont plusieurs forment des genres nouveaux; *douze* Félins; *deux* Plantigrades des genres *Ursus* et *Ailuropus ; quatre* Canidés dont l'un, *Nyctereutes procyonoides,* est inconnu dans nos contrées; *vingt-sept* espèces de Rats, *neuf* Écureuils, *six* Polatouches, *deux* Lièvres, et une foule d'autres Rongeurs; un Édenté; une douzaine d'Antilopes, trois races de Moutons, un Chevrotin, quinze Cervidés, parmi lesquels l'*Elaphurus Davidianus,* animal quaternaire contemporain de l'*Elephas primigenius* et du *Rhinoceros tichorinus*, et artificiellement conservé dans les parcs impériaux.

Les Oiseaux, les Reptiles, les Poissons, les Mollusques, les Insectes, etc., comptent également en Chine de très nombreuses espèces dont plusieurs inconnues dans les autres régions. Sur

(1) *La Faune chinoise,* par M. l'abbé Armand David, lazariste, correspondant de l'Institut. Congrès de 1888, t. II, p. 451.

huit cents Oiseaux, 158 seulement sont aussi européens. Des *vingt* Sauriens et Lacertiens et des *dix* Chéloniens que possède la Chine, pas un ne se rencontre hors du Céleste Empire; et la Couleuvre à collier est, de *trente-cinq* Ophidiens, la seule espèce européenne. *Quinze* des 850 espèces de Batraciens anoures (Crapauds et Grenouilles) connus, sont propres à la Chine seule qui, seule aussi, est la patrie d'une gigantesque Salamandre, nommée par M. Blanchard *Sieboldia Davidi.*

Un seul Poisson d'espèce européenne se rencontre en Chine, c'est notre Anguille commune. Les Salmonidés, Esocidés, Cyprinoïdes, Gastérostéés, Siluridés, y sont tous représentés par des espèces différentes des nôtres.

M. l'abbé David a recueilli, principalement dans les rivières et les étangs, cent *Mollusques* nouveaux. La plupart de nos Papillons se retrouvent en Chine, mais les espèces chinoises et indiennes y sont plus nombreuses encore. Les Coléoptères offrent tous des types similaires à ceux de nos pays. L'Écrevisse manque en Chine, mais la Corée possède un Crustacé de même taille quoique d'un autre groupe. La Crevette et le Crabe abondent dans les eaux douces.

Quant aux *Insectes domestiques* " qui surabondent en Orient, „ ils appartiendraient tous à nos espèces occidentales.

Au résumé, la Chine offre un centre zoologique d'une grande richesse, capable, plus complètement étudié, de jeter du jour sur l'histoire, même ancienne, du règne organique.

Le R. P. Leray, eudiste, dans son *Mémoire sur l'instinct* (1), émet l'opinion que la spécification des animaux par la seule conformation des organes repose sur une base insuffisante; il voudrait qu'on tînt compte des instincts spéciaux, propres à chaque type et différant de l'un à l'autre bien que voisins.

Ses observations ont porté sur trois oiseaux: le Coucou chanteur, le Gobe-mouche gris et le Moineau familier ou pierrot.

Sur le premier il a observé, de la part du jeune à peine éclos, et les yeux non encore ouverts à la lumière, des actes adaptés à un but déterminé, exécutés avec une remarquable adresse, se reproduisant toujours dans les mêmes circonstances, et ne pouvant pas, évidemment, provenir d'une habitude acquise.

Une femelle de Gobe-mouche ayant failli rester prisonnière dans une chambre où l'on avait transporté son nid, ne voulut plus y rentrer de nouveau, confiant ce soin au mâle auquel elle

(1) Congrès de 1891, VIIe section, p. 165.

apportait sur le bord de la fenêtre la pâture que celui-ci portait ensuite aux petits réunis dans le nid. La circonstance purement accidentelle qui avait motivé le changement d'action des deux oiseaux ne permet pas d'attribuer ce changement à une habitude progressivement contractée par les générations précédentes. L'auteur conclut que l'instinct des animaux peut s'étendre, des conditions normales de leur existence, aux accidents de nature à contrarier leurs tendances naturelles.

Un Moineau ayant apporté un morceau de pain trop gros pour le bec des petits, le reprit, le dépeça contre une pierre, le rapporta ainsi amoindri et, de la pointe de son bec, l'enfonça dans le gosier du petit affamé. — Pour déposer ses œufs, le Moineau n'attend pas toujours que le nid soit terminé et l'achève après la ponte.

Ce ne sont pas là des actes d'intelligence et de liberté, mais des impulsions de l'instinct subordonnées en l'animal aux perceptions et aux émotions de la sensibilité et qui lui donnent comme une intuition immédiate de ce qui convient dans tel ou tel cas particulier.

L'auteur conclut que si les considérations anatomiques et physiologiques suffisent à classifier le règne animal en embranchements, classes, ordres et familles, il faut, quand il s'agit de préciser l'espèce, tenir compte des mœurs des animaux, des divers phénomènes fournis par leurs instincts et variés par l'élasticité de ceux-ci; tous éléments plus stables que les caractères secondaires, souvent variables, sur lesquels, à défaut de ceux-là, les naturalistes sont obligés de se rabattre.

IV. **Biologie et physiologie.**

Un savant biologiste de Louvain, M. le chanoine J.-B. Carnoy, définit la cellule : " Une masse structurée et vivante de *protoplasma,* entourée d'une *membrane* et hébergeant un *noyau* „ (1).

La première de ces trois parties constitutives est la partie essentielle ; elle est le siège de l'irritabilité et de la contractilité ; la seconde consiste en un réticulum formé aux dépens de la première. Il en est de même du *nucleus* ou noyau, longtemps contesté avant qu'une observation plus puissante eût permis de

(1) *Les Progrès de la biologie cellulaire,* par M. L. Gedoelst, docteur en sciences naturelles. Congrès de 1888, t. II, p. 541.

constater sa présence dans toutes les cellules. Il possède lui-même une organisation compliquée et forme comme une cellule plus petite dans la cellule principale. C'est, dit M. J.-B. Carnoy, " une manière de cellule logeant un petit boyau ou filament tortillé de nucléine, mais ne pouvant vivre qu'à l'intérieur du protoplasme. „ Il comprend également trois parties organisées : une *membrane,* une portion *protoplasmatique* et un élément *nucléinien.*

Flemming a établi cinq phases dans le schéma de la division du noyau et a constaté que la *plasmodiérèse,* ou multiplication de la cellule par segmentation, s'opère soit par étranglement, soit par une plaque cellulaire formée aux dépens du boyau, soit enfin par ces deux modes à la fois; et enfin que cette plasmodiérèse étant la même dans la cellule animale et dans la cellule végétale, l'identité est complète dans cet élément de la vie des deux règnes : la plaque cellulaire, dont l'absence avait été prise pour un caractère de la cellule animale, y existe aussi bien que dans la cellule végétale.

La cellule étant l'élément fondamental de tout organisme vivant, c'est par des cellules, par celles dont se compose la matière cérébrale, que sont reçues et transmises toutes les impressions qui résultent de la vie sensitive. Or tout organisme provient d'organismes semblables à lui et fonctionnant de la même manière (1). D'où il suit qu'il peut recevoir et reçoit souvent, de ses parents, les qualités et les défauts acquis par eux ou par leurs ancêtres. Chez l'homme, la question se complique des facultés intellectuelles et morales qu'il a en outre des facultés organiques. De celles-ci, celles-là dependent dans une certaine mesure, attendu que si les organes et les facultés qui leur sont inhérentes, sensibilité, mémoire, imagination, etc., ne sont pas la cause qui produit les phénomènes de l'ordre moral et intellectuel, elles sont néanmoins la condition qui leur permet d'entrer en acte et de se développer ensuite en dehors d'elles. Or l'âme humaine n'étant pas, comme le corps, engendrée, mais étant l'objet d'une création spéciale, il s'ensuit que les lois de l'hérédité n'ont d'action sur les facultés morales et intellectuelles que dans la mesure seulement où celles-ci dépendent des organes. Plus le niveau de ces facultés est élevé, plus il échappe à ces lois. Ainsi le génie, ce summum des facultés de l'âme, ne se transmet pas des parents aux enfants.

(1) *L'Hérédité,* par M. le Dr Lefebvre, professeur à l'Université catholique de Louvain. Congrès de 1891, VIIe section, p. 170.

Des observations faites par M. le Dr Ferrand (1), principalement sur des sujets atteints, en pleine santé, par une mort brusque et accidentelle, il résulte que la vie ne s'éteint que graduellement dans nos organes et que le mourant ne devient pas cadavre aussitôt après le dernier soupir. La mort n'est pas totale d'emblée, mais successive ; et si on la définit généralement par la suspension d'un des actes de la vie animale, la respiration, il n'en est pas moins vrai qu'il est d'autres actes de cette même vie animale, comme les mouvements du cœur et les aptitudes motrices générales, qui subsistent pendant un temps plus ou moins prolongé après l'exhalation du dernier soupir.

Il est donc infiniment probable que le moment de la mort totale, absolue, est plus tardif qu'on n'est généralement porté à le croire. L'âme, qui avait informé le corps dès avant la naissance, dès l'état fétal, l'informerait encore, en un stade régressif, depuis le moment de mort apparente déterminé par le dernier soupir, jusqu'à celui de sa séparation définitive d'avec le corps.

Les Terres sidérales ou l'habitabilité des astres, par M. J. Boiteux (2), ne semblent pas, au premier abord, se rattacher à la rubrique *Biologie et physiologie.* Cependant comme il s'agit de savoir si des êtres vivants existent ou n'existent pas dans des planètes autres que la terre, le sujet peut, à ce point de vue, être considéré comme dépendant des questions biologiques. L'auteur oppose aux imaginations enthousiastes des partisans à outrance de l'habitabilité des astres, diverses objections, assurément graves, que suggère la réflexion. Autour de notre soleil, Vénus, Mars et Saturne sont les seules planètes se présentant en des conditions qui permettent de leur supposer des habitants. Or si, comme le pense M. Schiaparelli, le mouvement de rotation de Vénus s'exécute en un temps à peu près égal au temps de sa révolution, d'où résulterait un hémisphère éternellement plongé dans le froid et la nuit, tandis que l'autre serait torréfié par un soleil éternel, comment y concevoir l'existence de la vie tout au moins représentée par des organismes supérieurs ?

Que Mars ait pu *autrefois* entretenir la vie à sa surface, ce n'est pas impossible; mais l'instabilité actuelle de son sol et de son océan en incessants conflits l'un avec l'autre, rend singulièrement invraisemblable son habitation par une population analogue à celle de la terre.

(1) *Le Moment de la mort,* par M. le Dr Ferrand, médecin des hôpitaux de Paris. Congrès de 1891, VIIe section, p. 197.

(2) Congrès de 1891, VIIe section, p. 294. Voir plus haut, *Sciences physiques.*

Quant à Saturne, dont la densité est de sept fois inférieure à celle de la Terre, ce qui rendrait impossible le maintien de l'eau à sa surface, et qui est d'ailleurs menacé tôt ou tard de la chute fragmentaire des anneaux qui l'entourent, on ne voit pas qu'il offre des conditions bien favorables à l'existence et à la conservation de la vie organique.

Quant aux planètes formant cortège aux innombrables soleils appelés *étoiles fixes,* il n'est d'abord nullement prouvé que *tous* ces soleils soient escortés d'un ou plusieurs satellites. Plusieurs en possèdent qui sont encore eux-mêmes soleils non éteints. D'ailleurs la plupart sont de dimensions et surtout de masses telles que des satellites proportionnés seraient inhabitables en raison de la puissance écrasante d'attraction qui en résulterait.

D'autre part, la durée probable de l'humanité sur la terre n'est guère que la *trois centième* partie de la durée de tout le règne organique qui l'a précédé. Ce qui prouve que la créature raisonnable n'est pas le type essentiel, indispensable de la vie planétaire.

Les judicieuses considérations de l'auteur sont-elles toutes également concluantes ? Nous n'oserions l'affirmer. Il nous semble aussi impossible de démontrer la non-habitation d'autres planètes que de prouver leur habitation. Le plan divin ne nous a pas laissé, jusqu'ici, pénétrer ce secret. Nous le livrera-t-il jamais ici-bas ?

Restent les attaques contre le christianisme que certains sectaires prétendent fondées sur cette habitation, supposée certaine, et par eux donnée comme telle pour les besoins de la cause. Nous avouons ne pas voir en quoi et comment elles pourraient être prises au sérieux par les esprits réfléchis.

Ch. de Kirwan.

ANTHROPOLOGIE.

L'anthropologie, cette science toute jeune mais qui préoccupe si particulièrement le monde intellectuel de notre temps, a été largement représentée aux congrès scientifiques de 1888 et de 1891. Non seulement l'anthropologie proprement dite, mais les données archéologiques, ethnographiques, géologiques mêmes et autres qui s'y rattachent.

Nous voudrions réunir, dans une sorte de synthèse rapide, les conclusions et les lumières qui se dégagent des différents mémoires présentés aux deux congrès sous ce titre général: *L'Anthropologie.* Mais, en raison de la variété même des sujets compris sous cette rubrique, nous nous attacherons moins à suivre l'ordre chronologique suivant lequel ces mémoires ont été présentés, qu'à les grouper selon l'analogie des questions dont ils s'occupent. Enfin quelques-uns d'entre eux ayant été publiés ici même, nous nous bornerons, en ce qui les concerne, à en rappeler la pensée principale.

I. Anthropologie proprement dite et évolution.

Occupons-nous d'abord de l'anthropologie proprement dite, et commençons par ce qui représente à bon droit l'introduction à l'étude de cette science, *La Méthode en anthropologie* de M. le Chan. Duilhé de Saint-Projet (1).

Considérée dans son domaine le plus vaste, l'anthropologie comprend quatre ordres d'études, suivant qu'on envisage l'homme aux points de vue de l'archéologie préhistorique, de l'ethnologie, de la physiologie et de la psychologie. Aux deux premiers points de vue, qui forment les deux branches les plus jeunes de la science, les imaginations se sont d'abord donné libre carrière; mais la lumière se fait peu à peu: l'homme tertiaire devient de plus en plus problématique, comme l'avait déjà montré M. Arcelin au congrès de 1888 (2); il ne tardera pas à aller rejoindre le fameux *anthropopithèque* éclos dans l'imagination de Haeckel et vulgarisé en France par M. de Mortillet; tandis que le véritable homme primitif, l'homme quaternaire, se rencontre toujours, par les traces que nous retrouvons de son existence, *hors rang* parmi les êtres vivants.

Aux tenants de l'école matérialiste qui ne veulent voir dans l'organisme humain qu'un mécanisme purement matériel et ne différant du surplus du règne animal que par un degré de perfectionnement de plus, l'auteur oppose le principe spirituel

(1) *La Méthode en anthropologie; une preuve expérimentale de l'existence de l'âme,* par M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet. Congrès de 1891, section VIII, p. 62.

(2) *L'Homme tertiaire,* par M. Adrien Arcelin. Congrès de 1888, t. II, p. 638, — et *Revue des questions scientifiques,* janvier 1889, t. XXV de la collection, p. 5.

exclusivement propre à l'homme, et signale, parmi les manifestations qui lui sont spéciales, la faculté de progresser et le don de la parole articulée et conventionnelle ; celle-ci diffère autant du langage sensitif des animaux que la pensée abstraite diffère de la connaissance concrète et particulière, l'idée de l'image.

Le même auteur avait, au congrès précédent, envisagé la question anthropologique au point de vue évolutionniste, en un mémoire publié par la *Revue* en 1889 (1), dans lequel il établissait que les théories évolutionnistes, sainement entendues, n'ont rien qui puisse gêner ou inquiéter le spiritualiste ou le chrétien. A une telle conclusion M. l'abbé de Broglie a opposé, au moins en ce qui concerne le corps de l'homme, une objection philosophique, non très concluante, croyons-nous, mais que nous devons faire connaître (2). Il part de ce principe incontestable qu'une des bases essentielles du spiritualisme est que la raison et la conscience morale, facultés transcendantes, sont exclusivement le propre d'une âme tout à fait distincte par sa nature du principe obscur de la vie des animaux. Ceci posé, il lui répugne qu'un être, né de deux animaux et doué du même organisme, ait pu devenir un être raisonnable et moral, se trouvant ainsi hiérarchiquement supérieur à son père et à sa mère, ce qui serait le renversement même du principe de la sociabilité qui a, dans la famille, son élément générateur.

Cette considération, très sommairement résumée ici, ne nous paraît pas, avons-nous dit, très concluante. L'hypothèse, en effet, ne se pose pas nécessairement dans les termes que suppose M. l'abbé de Broglie ; rien n'oblige à admettre que le corps d'espèce animale destiné à être ultérieurement revêtu d'une âme spirituelle, soit né *corps humain*. Il est des transformistes comme M. Ch. Naudin et le R. P. Leroy, par exemple, pour qui le corps du premier homme serait né dans une sorte d'état larvaire, dont la forme normale et définitive n'aurait apparu que lorsque ce corps larvaire aurait été *informé* par l'âme spirituelle que lui a communiquée le *spiraculum vitæ*. Ce n'est qu'à la suite de cette insufflation divine qu'il y aurait eu, corporellement aussi bien que spirituellement, un homme. Pure et gratuite conjecture d'ailleurs et qu'aucune donnée scientifique sérieuse n'a, jusqu'à présent, justifiée.

(1) *Le Problème anthropologiste et les théories évolutionnistes*, par M. le chanoine Duilhé de Saint-Projet. Congrès de 1888, t. II, p. 621,— et *Rev. des quest. scient.*, avril 1889, tome XXVII, p. 353.

(2) *Le Transformisme et la sociabilité de l'homme*, par M. l'abbé de Broglie. Congrès de 1888, t. II, p. 634.

L'inépuisable question des théories évolutionnistes devait nécessairement reparaître, et a effectivement reparu, au congrès de 1891. Dans un brillant mémoire où il a résumé à grands traits les récents progrès de l'anthropologie (1), M. le Mis DE NADAILLAC a retracé tous les faits et les raisonnements appuyés sur ceux qui vont à l'encontre du système de l'évolution, en reconnaissant toutefois que ces faits et ces arguments, sans perdre toute leur valeur en ce qui concerne les âges géologiques, en auraient cependant moins pour ces époques de lente formation de l'univers que pour l'âge actuel. D'ailleurs les découvertes quotidiennes d'ossements humains des époques les plus reculées du quaternaire démentent de plus en plus l'hypothèse toute gratuite d'un passage graduel d'un animal quelconque à la forme humaine : tous ces ossements appartiennent à la même humanité que la nôtre. Et d'ailleurs, par " les notions abstraites du temps et de l'espace, de l'éternité et de l'infini, du sentiment artistique et de l'esprit mathématique, „ l'homme est, quelle que soit son origine corporelle, placé sur un stade qui, d'après Wallace lui-même, ne saurait être atteint par l'évolution (2).

Laissant de côté, dans la théorie de l'évolution, ce qui peut se rapporter à l'organisme humain, M. le Dr MAISONNEUVE a, aussi vaillamment que courtoisement, combattu l'argumentation de M. le Mis de Nadaillac contre le transformisme (3). Comme mode de formation des plantes et des animaux, le système qui montre Dieu créant, après la matière brute, quelques germes organiques possédant virtuellement la capacité de se développer successivement dans différentes directions suivant les circonstances locales et les variations de climats et de composition atmosphérique, paraît à l'auteur bien plus conforme à la sagesse divine et au plan providentiel, qu'une intervention spéciale et directe pour chacune des innombrables espèces des règnes organiques. Et M. le Dr Maisonneuve appuie ce que M. de Nadaillac a concédé sur les *enchaînements* de formes animales constatés aux temps géologiques, sans toutefois répondre à l'objection provenant de ceux de ces enchaînements qui commencent et finissent brusquement sans qu'on puisse les rattacher à aucun type antérieur ou postérieur.

(1) *Les Progrès de l'Anthropologie*, par M. le marquis de Nadaillac, correspondant de l'Institut. Congrès de 1891, section VIII, p. 5.

(2) Ibid., p. 32.

(3) *Création et évolution*, par M. le Dr P. Maisonneuve, professeur aux Facultés libres d'Angers. Ibid., p. 36.

L'argumentation du savant professeur à l'appui de la persistance, au temps de l'homme, de la loi évolutive, est-elle aussi solide que celle qui se rapporte aux temps géologiques? On peut en douter. S'il tire du fait de la présence d'organes rudimentaires sans emploi une argumentation selon nous inattaquable, il n'apparaît pas que les conclusions en trouvent leur application au delà des temps géologiques; d'autre part, si l'on excepte quelques faits exceptionnels et réalisés dans des conditions spéciales ou artificielles, les cas nombreux de variabilité mis en avant ne semblent pas prouver plus que la variabilité au sein même de l'espèce.

Quoi qu'il en soit, cette belle discussion aura eu l'incontestable mérite de revendiquer et d'affirmer les droits de la science à l'encontre des fins de non recevoir et des objections préjudicielles qu'on a trop longtemps opposées à une théorie contestable sans doute, mais qui a droit, comme tant d'autres, d'être admise à fournir ses preuves et à les faire accepter si elle le peut.

A la théorie évolutionniste se rattache la question de l'unité spécifique et originelle du genre humain dont s'est occupé M. l'abbé Hamard au congrès de 1888 (1). Il combat deux objections soulevées par le savant anthropologiste M. Topinard, et tirées, la première de la *permanence des caractères* au sein des diverses races humaines, et particulièrement du type juif, la seconde des phénomènes relatifs à la génération.

Premièrement, le type juif n'a pas la fixité qu'on lui prête; il est variable avec les pays, et se modifie au bout d'un petit nombre de générations sous l'influence des différences de climat et de mode d'existence. D'ailleurs les races fondamentales se sont constituées et *assises* dès l'origine, quand l'humanité, toute jeune encore, possédait une plasticité depuis bien longtemps disparue.

En second lieu, s'il est vrai que le phénomène de la génération peut s'accomplir entre espèces animales différentes, il n'y a rien à en conclure contre l'unité spécifique de l'homme. Ces accouplements produisent des hybrides qui, s'ils ne sont pas inféconds, ce qui arrive souvent, donnent des produits retournant, au bout de peu de générations, à l'un des deux types ancestraux. Chez les hommes, les croisements entre races très

(1) *Deux objections contre le monogénisme,* par M. l'abbé Hamard. Congrès de 1888, t. II, p. 613.

différentes produisent des métis indéfiniment féconds et conservant leurs caractères mixtes aussi longtemps que ceux-ci ne sont pas troublés par de nouveaux croisements.

L'auteur tire incidemment de là un argument contre la théorie de l'évolution contemporaine, auquel M. le Dr Maisonneuve (1) oppose le fait des lapins européens importés à Madère, dont les descendants ne s'accouplent plus utilement aujourd'hui avec les descendants de leurs communs ancêtres en Europe, et l'exemple des cobayes sauvages qui refusent de s'accoupler aux cobayes domestiques. Mais ce sont là des faits curieux qui ne prouvent rien contre la limitation de la fécondité entre espèces différentes.

II. Géologie et Archéologie préhistorique au point de vue de l'Anthropologie.

L'unité spécifique des races humaines ne préjuge rien quant à l'âge de l'humanité, que l'école de l'évolution à outrance porterait volontiers à des centaines de milliers d'années. Or, par une étude d'ensemble sur les connaissances que l'on possède aujourd'hui concernant les grands phénomènes glaciaires, M. Arcelin (2), reconnaissant que ces phénomènes résultent de causes multiples et complexes parmi lesquelles toute une série de faits astronomiques à dates certaines, est conduit à cette conclusion que la dernière grande extension des glaciers, contemporaine de l'humanité primitive, ne fait pas remonter celle-ci plus loin qu'une quinzaine de mille ans. D'autres supputations, fondées sur des observations multiples d'ordre tout à fait différent, telles que des retraits de lacs et de fleuves, arrivent au chiffre de huit à dix mille ans pour la fin de la dernière période d'expansion glaciaire, ce qui concorde assez bien avec l'évaluation précédente, puisqu'il paraît établi que la première apparition de l'homme correspondrait avec les derniers temps de la période interglaciaire.

Tel n'est pas cependant l'avis de MM. Cels, Mourlon et Delvaux; ils en tiennent encore, qui pour l'homme tertiaire, qui pour l'anthropopithèque précurseur. Mais M. d'Acy, dans le mémoire qu'il a lu au congrès de 1891 et qui a été publié égale-

(1) Congrès de 1888, t II, p. 773.

(2) *L'Époque glaciaire*, par M. Adrien Arcelin. Congrès de 1891, VIIIe section, p. 70.

ment ici (1), a fait définitivement justice de ces prétentions surannées. Et M. le Mis DE NADAILLAC, en recherchant en Amérique les plus anciens vestiges de l'homme (2), arrive, par des voies différentes, à des conclusions analogues à celles auxquelles l'étude de l'époque glaciaire avait amené M. Arcelin.

Un examen attentif de la station de Solutré fait, avant 1888, par le regretté abbé DUCROST (3), avait amené ce savant géologue et préhistorien à constater l'existence de trois immigrations successives en ce lieu, et à conclure de la quantité d'ossements d'animaux quaternaires, principalement de chevaux, accumulés sur cet emplacement, qu'en supposant la population simultanée de cent personnes seulement, consommant chacune la minime quantité de 500 grammes de viande par jour, la durée de l'occupation paléolithique de la station n'aurait pas dépassé huit siècles. En adoptant l'évaluation plus vraisemblable de 200 habitants simultanés et d'un kilogramme de viande par jour et par individu, cette durée se trouverait abaissée au quart, soit à 200 ans. D'ailleurs, à en juger par la capacité et les formes crâniennes de l'homme solutréen, comme par son industrie, ses tentatives artistiques et ses rites funéraires, son intelligence devait être proportionnellement aussi développée que celle de nos premières races modernes.

Des conclusions parfaitement concordantes ressortent du mémoire de M. le comte DE BEAUFFORT sur les sépultures de la grotte du Bec-aux-Roches, à Spy, non loin de Namur (4). Les restes humains qu'on y a découverts, comme les débris d'industrie qui les accompagnaient, se rapportent aux plus anciens gisements de l'âge paléolithique et quaternaire; et déjà l'homme professait le respect des morts et témoignait ainsi de la possession du sens religieux. Les crânes, plus ou moins dolichocéphales, se rapportent au crâne de La Naulette. On sait que, n'ayant pas trouvé l'apophyse géni sur cette mâchoire, M. de Mortillet avait tout aussitôt induit, de ce fait unique, toute

(1) *Les Silex mesviniens et les silex préquaternaires des environs de Mons*, par M. E. d'Acy. Congrès de 1891, VIIIe section, p. 89, — et *Rev. des quest. scient.* de juillet 1891, t. XXX, p. 117.

(2) *Les plus anciens vestiges de l'homme en Amérique*, par M. le marquis de Nadaillac, correspondant de l'Institut. Ibid., p. 118, — et *Rev. des quest. scient.*, même livraison, p. 141.

(3) *La Station de Solutré*, par M. l'abbé Ducrost, professeur aux Facultés catholiques de Lyon. Congrès de 1888, t. II, p. 684.

(4) *La Grotte de Spy*, par M. le Cte Henri de Beauffort. Ibid., p. 704.

une théorie de l'homme chelléen non doué de la parole et établissant la transition entre son trop fameux anthropopithèque et l'homme parlant (1). Or les crânes de Spy portent, d'une manière très accusée, les apophyses géniennes, et d'ailleurs la mâchoire de La Naulette, plus soigneusement examinée, a révélé l'existence de cet appendice.

A ces restes de l'humanité primitive se rattache d'une manière certaine, d'après M. D'ACY, le crâne découvert, en 1863, dans la vallée de l'Arno, en amont de Florence, à l'Olmo (2), où il reposait dans l'argile bleue lacustre, rapportée par le savant archéologue au moment qui a immédiatement précédé la dernière extension des glaciers. Mais on ne saurait en dire autant du crâne de Cannstadt en Wurtemberg, ni même de celui de Néanderthal. Du premier, on ne peut dire d'où il sort; et si, par sa conformation, il est permis d'affirmer qu'il ne remonte pas au delà du moustérien, on n'a aucune preuve qu'il ne soit beaucoup plus récent, et même très récent. On est mieux fixé sur la provenance du crâne de Néanderthal, mais on ne saurait fournir aucune preuve paléontologique ou stratigraphique de son antiquité. En résumé, aucune donnée sérieuse ne peut s'appuyer sur ces deux pièces.

Ce qui corrobore une telle conclusion, ce sont les types anthropologiques obtenus dans deux stations, l'une romaine, l'autre mérovingienne, existant au voisinage du dolmen de Villiers-Saint-Sépulcre, à Hermes près Beauvais (Oise) (3), où l'on voit aussi une station néolithique décrite par M. le comte DE MARICOURT. Or parmi les squelettes de Gaulois mésaticéphales et de Francs sous-dolichocéphales, plusieurs présentent des crânes bas, à face large et ramassée, aux molaires saillantes, aux maxillaires lourds, aux arcades sourcilières énormes, tout le type néanderthaloïde en un mot. Deux cas de trépanations qui y ont été constatés, l'une chirurgicale effectuée sur le vivant, l'autre, probablement rituelle, faite après la mort, prouvent que cette coutume, dont les premières traces remontent aux âges néolithiques, s'est perpétuée jusqu'à des temps historiques relativement voisins du nôtre.

(1) Cf. M. G. de Mortillet, *Le Préhistorique*, 2me édit., pp. 245, 250, 469.

(2) *Les Crânes de Cannstadt, de Néanderthal et de l'Olmo*, par M. E. d'Acy, Congrès de 1888, t. II, p. 668.

(3) *Les Sépultures de l'Oise*, par M. le Cte de Maricourt, membre de la Société d'anthropologie de Paris, correspondant de la Société d'anthropologie de Washington, etc. Ibid., p. 710.

La trépanation après la mort devait se rattacher à un rite mortuaire; mais il y en avait d'autres aux âges préhistoriques, aussi bien de la pierre polie que de la pierre taillée, et même des commencements de l'âge du bronze, comme le fait remarquer M. l'abbé Wosinsky (1). Le plus digne d'attention réside dans la coutume, générale et dominante sinon universelle, d'inhumer les morts dans une attitude repliée, au besoin maintenue avec des liens, et rappelant la position du fœtus dans le sein maternel. Races brachycéphales, dolichocéphales, intermédiaires, toutes ont pratiqué ce rite qui paraît correspondre à cette pensée que la mort est comme la préparation, au sein de la terre, mère commune, à une nouvelle naissance, autrement dit, à la résurrection.

L'observation des sépultures préhistoriques dans une multitude de stations, principalement à Lengyel, comté de Tolna en Hongrie, semble révéler ce fait que la migration des peuples en Europe serait venue du sud-est de l'Asie, et qu'une partie des émigrants, ayant passé dans le nord de l'Afrique, auraient ensuite pénétré en Europe par Gibraltar et l'Espagne.

Cette remarque nous amène naturellement aux études relatives aux origines des populations des principaux continents. Mais auparavant il nous reste à signaler l'heureux rapprochement exposé par M. le Mis DE NADAILLAC entre les découvertes préhistoriques et les croyances chrétiennes (2). Depuis que l'homme a paru, le relief extérieur du globe a subi bien des changements, la faune et la flore ont considérablement varié, et de nos jours elles changent du tout au tout avec les latitudes et les climats; et cependant l'homme est partout le même. Ses primitifs outils de pierre sont encore représentés chez nos Patagons; ses premières poteries, ses engins en bois de renne ou de cerf, de même que ses monuments mégalithiques, ses rites funéraires, sa pratique de la trépanation chirurgicale ou rituelle, se rencontrent partout, et partout témoignent la croyance à une autre vie. Une telle conformité si longtemps séculaire entre les hommes de tous les temps et de tous les pays, alors que tout le reste des êtres créés a varié ou varie, témoigne invinciblement de l'unité d'origine du genre humain, tandis que la civilisation et le progrès qui sont son apanage exclusif le placent d'autre part à une hauteur infranchissable au-dessus du règne animal.

(1) *L'Attitude repliée des morts aux temps préhistoriques*, par M. l'abbé Wosinsky, curé-doyen d'Aper (Hongrie). Congrès de 1891, VIIIe section, p. 172.

(2) *Les Découvertes préhistoriques et les croyances chrétiennes*, par M. le marquis de Nadaillac, Congrès de 1888, t. II, p. 761.

III. **Ethnographie.**

L'unité d'origine de l'homme étant admise, la question qui se pose est celle de savoir de quel point du globe il est parti pour rayonner sur le monde, et particulièrement sur l'Europe. L'opinion la plus généralement répandue et la plus plausible fait sortir l'humanité de l'Asie : les Aryas, notamment, seraient partis de la région comprise entre le Pamir, la mer Caspienne et l'Arabie. Mais une école nouvelle veut les faire venir du nord de l'Europe. Le R. P. Van den Gheyn, qui est une autorité grave en la matière, combat vigoureusement cette thèse (1). Il renverse l'argument philologique fondé sur ce que le vocabulaire arya ne mentionne que des noms de la flore et de la faune européennes, en observant que le Pamir et les régions voisines ont un climat froid avec une faune et une flore semblables à la flore et à la faune du nord de l'Europe. N'est pas plus ménagé l'argument anthropologique consistant à dire que le type germano-scandinave, dolichocéphale blond, représente le type arya primitif : le P. Van den Gheyn réplique qu'il a été constaté chez les Aryas deux types au moins, brachycéphale brun et dolichocéphale blond, et que d'ailleurs la dénomination d'*Arya* répond à une famille de langues plutôt qu'à une race proprement dite.

L'archéologie et la géographie ne prouvent pas davantage en faveur de la nouvelle thèse. Avec MM. Salomon Reinach et Max Müller, le savant conférencier montre l'inanité de ces deux ordres d'arguments et arrive à cette conclusion que si l'origine asiatique des Aryas n'est pas encore rigoureusement démontrée, elle réunit cependant des caractères de vraisemblance et de probabilité qui font défaut à leur prétendue origine européo-scandinave.

Nous n'avons qu'à mentionner en passant un autre mémoire où le R. P. Van den Gheyn démontre non moins savamment que la race noire tire également son origine de l'Asie (2), ce mémoire ayant été publié ici-même, en avril 1891 (3).

(1) *L'Origine européenne des Aryas*, par le R. P. Van den Gheyn. Congrès de 1888, t. II, p. 718.

(2) *L'Origine asiastique de la race noire*, par le R. P. Van den Gheyn. Congrès de 1891, VIIIe section, p. 132.

(3) *Rev. des quest. scient.*, t. XXIX, p. 428.

Est-ce aussi de l'Asie que sont venus les premiers immigrants qui ont peuplé l'Amérique? M. le Dr Jousset l'affirme (1) et s'appuie sur ces trois ordres de considérations, à savoir : 1° que, géographiquement, l'Amérique est un prolongement de l'Asie, n'en étant séparée que par un étroit et peu profond détroit, et de nombreuses îles formant une chaîne ininterrompue d'un continent à l'autre; 2° que toutes les races et toutes les civilisations ayant eu leur berceau en Asie, il n'y a pas de raison pour que les peuples américains aient formé une exception; 3° enfin que leurs caractères ethnologiques, leurs traditions, leurs mœurs et leurs monuments, confirment leur origine presque exclusivement asiatique, bien que quelques immigrations partielles et sans importance aient pu arriver d'Europe en Amérique.

Dans la discussion qui a suivi, le R. P. Van den Gheyn a observé que l'auteur s'appuie sur des données trop vagues et trop générales, et que plusieurs de ses assimilations ne reposent pas sur des preuves suffisantes.

Dans des questions aussi difficiles, il importe de ne s'avancer qu'avec des données très précises et sur des preuves solidement établies. Tant qu'on n'a pas pu les réunir, mieux vaut rester provisoirement dans le doute, ou du moins ne donner que des conclusions provisoires indiquant plutôt la direction de nouvelles recherches à faire que des conclusions stables.

C'est ce que fait l'éminent archéologue M. d'Acy, au sujet de l'origine du bronze (2). Il établit d'abord qu'il ne faut pas la chercher en Égypte, où l'on qualifiait *bronze* le cuivre à peu près pur. Ce n'est guère qu'au commencement du troisième empire, sous la XVIIIe dynastie, au XVIe ou tout au plus à la fin du XVIIe siècle A. C., que le bronze, alliage de cuivre et d'étain, a été introduit en Égypte, provenant par voie commerciale de l'Assyrie. C'est donc plutôt du côté de l'ouest, en Assyrie ou en Chaldée, qu'il faut chercher l'origine de cet alliage.

Cette conclusion se trouve en partie confirmée par un mémoire sur le même sujet, mais envisagé à un point de vue différent, et dû à M. le Dr Scheuffgen (3). L'industrie du bronze, pratiquée de haute antiquité en Mésopotamie, n'y était pas née ; elle y avait

(1) *Les Origines asiatiques de la civilisation en Amérique avant Christophe Colomb*, par M. le Dr P. Jousset. Congrès de 1891, VIIIe section, p. 105. Voir aussi pp. 230 et suiv.

(2) *De l'Origine du bronze*, par M. E. d'Acy. Ibid., p. 200.

(3) *L'Origine du bronze*, par M. le Dr Scheuffgen, prévôt du chapitre de la cathédrale de Trèves. Ibid., p. 207.

été apportée par les Accadiens et les Sumériens mongols avec leur civilisation très développée. Les minerais d'étain, rares aujourd'hui, l'étaient bien davantage dans l'antiquité, et retrouver le point d'origine premier de l'alliage de ce métal avec le cuivre est, en l'état des connaissances, à peu près impossible. Comme l'Angleterre possède des mines d'étain et la Scandinavie des mines de cuivre ; comme d'ailleurs les Scandinaves, de race arya très pure, ont envoyé des colonies dans beaucoup de directions, et que, déjà à l'époque néolithique, leur civilisation était en avance sur celle des autres peuples ; comme enfin, d'après M. Bertrand, l'âge du bronze n'a existé, à proprement parler, qu'en Scandinavie, certains auteurs croient pouvoir placer en ce pays l'invention du bronze, et M. le Dr Scheuffgen paraît se rallier à cette solution.

Seulement, s'il en est ainsi, comment expliquer que le bronze ait existé dès la plus haute antiquité dans les plaines de la Mésopotamie ?

La question est donc bien douteuse encore et bien problématique.

IV. Archéologie historique.

Il nous reste, pour terminer cette analyse des vingt-trois mémoires compris sous la rubrique *Anthropologie,* à énoncer deux questions qui se rattacheraient plutôt à l'archéologie historique qu'à la préhistoire. L'une concerne des sculptures taillées sur place en plein roc dans des localités situées aux quatre angles d'un quadrilatère compris entre Thionville, Luxembourg, Niederbronn et le Donon, montagne située à distance à peu près égale entre Baccarat et Strasbourg (1).

Sur le Donon, non loin des ruines d'un temple dédié au Mercure gaulois, c'est un bas-relief creusé en médaillon dans la roche et représentant un sanglier affronté avec un lion,.... à moins que ce ne soit avec un chien. Sous ce dernier est gravé le mot BELLICcUS, et sous le sanglier, SURBUR.

Près de Niederbronn, au sein d'une forêt, c'est un rocher en saillie sculpté en forme de femme assise, les jambes couvertes d'une draperie. Le mot IZI est gravé en un coin du rocher. On attribue cette statue à une représentation de la déesse Rosemerte, sorte de Mercure féminin.

(1) *Les Rochers sculptés de la Lorraine et du Grand-Duché de Luxembourg,* par M. le Cte Henri de Beauffort. Congrès de 1891, VIIIe section, p. 155.

A trois lieues au nord de Luxembourg, sur le bord de l'Alzette, près du village d'Alt Linster, on voit *le rocher de l'homme et de la femme,* deux statues d'une exécution artistique et soignée, figurées avec le costume gaulois, et qui pourrait être le monument funéraire païen de deux riches Gallo-romains.

La quatrième roche sculptée se trouve dans une forêt communale non loin de Thionville, au lieu dit *Trou de l'enfer,* près de la station romaine de Caranusca. Elle représente, sculpté grossièrement, un homme nu portant dans la main droite une coupe ou une fleur, et paraît être le monument modeste d'un Gallo-romain trop peu riche pour qu'on ait pu recourir à un artiste de talent.

On voit que ces objets, pour n'être pas expliqués par des documents écrits, n'ont cependant rien de préhistorique.

La seconde question a pour objet les *Traditions et coutumes du pays de Galles,* par M. le comte DE MARICOURT (1), et constitue plutôt une étude de *folk-lore* et de mœurs locales qu'un travail sur l'anthropologie. Elle ne s'y rattache que par l'indication, au début, de trois types, ou plutôt de deux types tranchés, anglo-saxon et bas-breton, avec les diverses nuances d'un type intermédiaire formant passage de l'un à l'autre; mais cet aperçu n'est donné que d'une manière incidente et sans lien nécessaire avec le surplus.

CH. DE KIRWAN.

(1) Congrès de 1891, section VIII, p. 163.

BIBLIOGRAPHIE

I

Premières leçons d'algèbre élémentaire. *Nombres positifs et négatifs ; — Opérations sur les polynômes,* par H. Padé, avec une préface de Jules Tannery, sous-directeur des études scientifiques à l'École normale supérieure. — xviii-81 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1892.

Il est bien rare que l'on puisse acquérir, en suivant les classes des lycées ou des collèges, des idées nettes et précises sur les fondements de l'algèbre et, en particulier, sur la notion de nombre négatif. Dans les classes élémentaires, les nombres négatifs sont introduits d'une manière généralement fort illogique, sous prétexte d'*interpréter* certains problèmes qui n'ont plus de sens. Dans les classes plus élevées, dans les classes de mathématiques spéciales par exemple, on dédaigne de revenir sur ces éléments que l'on y imagine faciles et que l'on suppose connus. Aussi, bien des personnes fort avancées dans l'étude des mathématiques, pour qui l'emploi des nombres négatifs et l'usage des règles qui président à leur calcul sont des jeux d'enfant, seraient-elles bien embarrassées de dire ce que signifient exactement les symboles dont elles connaissent si bien le maniement.

Qu'importe, dira quelqu'un, que les jeunes gens qui sortent de nos écoles n'aient sur le sens exact du nombre négatif que des idées un peu vagues, si ce trouble dans les principes n'entraîne aucune inexactitude dans les calculs ? si des règles sûres leur

permettent de combiner sans erreur des symboles dont le sens leur demeure quelque peu obscur ? Le but final des mathématiques est, après tout, de fournir un nombre exact comme réponse aux problèmes concrets que posent les diverses branches de la science et de l'industrie; tout est bien si le but est atteint.

Nombreux sont ceux qui pensent ainsi ; chaque jour, leur opinion recrute de nouveaux adhérents et prend une plus grande part d'influence dans les conseils de ceux qui dirigent l'enseignement de la jeunesse. Contre cette influence, on ne saurait lutter avec trop d'énergie. Les mathématiques ont, dans l'enseignement, un autre rôle à jouer, et plus relevé, que d'apprendre simplement à résoudre les problèmes de la physique ou de l'industrie ; ce rôle est d'exercer, de former le jugement et le raisonnement; d'apprendre à ne point discuter sur des termes sans connaître exactement la nature et la portée des idées que ces termes recouvrent. Or le but est manqué lorsqu'on se contente d'enseigner le maniement des signes de l'algèbre, sans montrer aux élèves que ces signes ne sont que des symboles et sans leur exposer les idées qui se cachent sous ces symboles.

Mais s'il est aisé d'apercevoir quelle part importante doit prendre, dans l'enseignement d'un professeur, l'examen approfondi des définitions et des principes, il n'est pas toujours aussi aisé de marquer en détail comment le professeur doit s'acquitter de cette tâche ; être logique, clair, concis, lorsqu'on expose les débuts d'une science quelconque est une difficile besogne, que connaissent et redoutent tous ceux qui ont enseigné ; tous connaissent les efforts qu'il faut faire pour bien composer les premières leçons d'une doctrine quelconque.

Aussi je suis assuré que beaucoup accueilleront avec reconnaissance les *Premières leçons d'algèbre* que vient de rédiger et de publier M. Padé. En indiquant d'une manière précise et détaillée comment les débuts de l'algèbre peuvent être exposés avec un ordre entièrement logique, M. Padé a rendu un véritable service.

Nous ne voulons pas nous attarder ici à l'examen des minutieuses précautions dont l'auteur entoure ses définitions et ses déductions ; ce qui doit nous intéresser, dans ce compte rendu rapide, c'est l'idée dominante, la notion du nombre *négatif*.

La notion de mesure conduit à l'idée de *nombre arithmétique ;* un pareil nombre n'est ni positif, ni négatif ; il n'a pas de signe. L'idée d'attribuer un signe à un nombre n'intervient que lorsqu'on a à mesurer deux catégories de grandeurs de même espèce, mais de *sens* différent; par exemple, des chemins parcou-

rus en des sens différents sur une même droite, les uns de gauche à droite, les autres de droite à gauche ; par exemple encore, des temps comptés, les uns en remontant vers le passé, les autres en descendant vers l'avenir ; pour représenter d'une manière complète ces chemins ou ces temps, on est conduit à donner non seulement le nombre qui en mesure la grandeur, mais encore un *signe* qui en indique le sens.

On aurait pu adopter un signe quelconque; par exemple, faire précéder le nombre qui mesure une grandeur comptée dans un certain sens d'une flèche volant de gauche à droite ; le nombre qui mesure une grandeur comptée en sens inverse d'une flèche volant de droite à gauche ; on aurait pu écrire les uns en rouge, les autres en bleu. Les signes que l'usage a adoptés sont les signes + et —. Il y aurait grand inconvénient à suivre cet usage, du moins au début de la théorie ; en effet, avant toute introduction de nombre positif ou négatif, les signes + et — ont, en mathématiques, une signification bien déterminée, ils représentent l'addition et la soustraction arithmétique. Le développement de la théorie des nombres positifs ou négatifs conduira de lui-même, il est vrai, à établir entre les signes de l'addition et de la soustraction et les signes des nombres une étroite correspondance. Mais le sens de cette correspondance serait absolument masqué si on l'admettait dès le début. Aussi M. Padé adopte-t-il, pour désigner les deux catégories de nombres qui mesurent des grandeurs de même espèce, mais de sens différents, les deux indices p et n. Il ne les remplace par les signes + et — qu'après avoir établi la signification et la légitimité de cette substitution.

Prenons deux grandeurs de même espèce, susceptibles de sens, et parcourons l'une, puis l'autre, chacune dans son sens ; si elles sont toutes deux de même sens, l'effet obtenu est le même que si nous avions parcouru une grandeur de même sens que chacune d'elles et égale à leur somme arithmétique ; mais il n'en est plus de même si elles sont de sens différent ; dans ce cas, l'effet obtenu est le même que si nous avions parcouru, dans le sens de la plus grande d'entre elles, une grandeur égale à l'excès arithmétique de la plus grande sur la plus petite.

Former, dans tous les cas, le symbole (nombre et signe) qui représente l'effet résultant obtenu lorsqu'on parcourt successivement diverses grandeurs, chacune dans leur sens, tel est le but de *l'addition algébrique*. De cette opération symbolique, M. Padé donne immédiatement une définition abstraite ; il n'indique pas quelle en est l'origine concrète ; par là, son exposé gagne en net-

teté ; mais, peut-être, y aurait-il inconvénient à imiter cette manière de faire avec des commençants ; les définitions et les raisonnements de M. Padé leur sembleraient bien arbitraires, et, certainement, cette question se poserait à eux : « A quoi tout cela sert-il ? » Mais en tous cas le défaut, si défaut il y a, est aisé à corriger et les professeurs y remédieront sans peine.

M. Padé a poussé son exposé jusqu'à l'étude des opérations sur les polynômes ; par là, il a clairement aplani les débuts de l'algèbre et marqué comment l'exposé élémentaire qu'il nous donne doit se souder aux cours et aux traités plus élevés. Son livre sera un régal pour ceux qui aiment la rigueur.

A ce livre, déjà si intéressant, M. J. Tannery a joint une préface que tous les professeurs d'algèbre voudront lire. Dans cette préface, le maître si pénétrant auquel nous devons une admirable *Introduction à la théorie des fonctions d'une variable réelle,* esquisse brièvement les variantes que, selon les circonstances, les professeurs peuvent apporter à l'exposé de M. Padé. Par là, il achève le service que ce livre est appelé à rendre à l'enseignement des mathématiques.

P. Duhem.

II

Leçons sur la Théorie de l'Élasticité, par H. Poincaré, rédigées par MM. Émile Borel et Jules Drach. — In-8°, 208 pp. — Paris, Georges Carré, éditeur, 1892.

Ce livre n'est pas un traité d'élasticité. M. Poincaré a choisi, parmi les questions dont l'ensemble forme la théorie de l'élasticité, celles qui l'intéressaient davantage et il les a examinées en détail, sans se soucier des autres.

Après un premier chapitre consacré à l'étude cinématique des déformations infiniment petites, fondement de l'élasticité tout entière, M. Poincaré aborde l'étude des forces élastiques. Cette partie n'est pas la meilleure de l'ouvrage. Les corps y sont considérés comme des assemblages de points matériels isolés les uns des autres, et capables d'exercer les uns sur les autres des forces qui, d'après l'auteur, *ne sont pas forcément centrales.* De ce point de départ, par des méthodes imitées de Poisson et de Cauchy, mais rendues plus simples, M. Poincaré déduit l'expression des N_i, T^i, en supposant le corps déformé au préa-

lable. Puis il ajoute : " Les théories qui précèdent ont un inconvénient grave : elles reposent sur un certain nombre d'hypothèses moléculaires qui peuvent être révoquées en doute. Il n'en est pas de même des théories fondées sur la thermo-dynamique et qui, d'ailleurs, conduisent aux mêmes équations. „ Ces dernières théories sont alors esquissées en deux pages. On ne voit pas sans quelque regret l'auteur s'attarder aux calculs peu élégants et aux hypothèses surannées de la théorie moléculaire et glisser si rapidement sur un mode d'exposition pour lequel il ne cache pas ses préférences.

Le chapitre le plus intéressant est celui qui est intitulé : *Petits mouvements d'un corps élastique.* Dans ce chapitre, M. Poincaré donne la démonstration de l'existence des solutions simples, en nombre infini, de l'équation des mouvements vibratoires des corps élastiques. Puis il indique comment une série de semblables solutions simples fournira l'intégrale générale des petits mouvements quelconques. La méthode qu'il emploie, inspirée par les travaux de M. Schwarz et de M. H. Weber, est celle dont il a déjà fait usage dans la théorie de la chaleur et dans l'étude du résonateur de M. Hertz. Comme la démonstration donnée par Lejeune-Dirichlet et par Riemann du théorème fondamental de la théorie du potentiel, cette méthode consiste à démontrer qu'une certaine quantité est limitée inférieurement et à *admettre* que cette quantité atteint sa limite inférieure, qui en est ainsi un minimum. Cette méthode prête donc aux objections que M. Weierstrass et M. Kronecker ont élevées contre le principe de Lejeune-Dirichlet. Quant au développement de l'intégrale en une série de solutions simples, M. Poincaré ne démontre pas qu'il soit convergent ni qu'il puisse satisfaire aux conditions aux limites; il se contente de montrer comment on déterminerait les coefficients en admettant la légitimité du développement. Ce chapitre est donc une simple ébauche d'une théorie analytique qui reste à faire; mais cette ébauche est tracée de main de maître.

Un chapitre est consacré à diverses applications de la théorie des petits mouvements: la propagation et la réflexion des ondes planes y est examinée en détail. M. Poincaré développe ensuite un exemple intéressant, dû à M. Brillouin, et qui prouve, contrairement à l'opinion de Lamé, que les vibrations d'un solide ne sont pas, en général, exclusivement longitudinales ou exclusivement transversales.

Le problème de la torsion et de la flexion des prismes est

traité par la méthode de Saint-Venant, d'une manière à la fois très élégante et très simple. Enfin, dans un dernier chapitre, par des démonstrations géométriques d'une brièveté remarquable, M. Poincaré montre que le problème de la courbe élastique gauche est identique, au point de vue de l'analyse, au problème du mouvement d'un corps pesant qui a un point fixe. On sait que ce problème a été profondément étudié depuis Lagrange et Jacobi jusqu'à M. Hermite et à Sophie de Kowalevski.

Le petit livre que nous venons d'analyser nous paraît être un bien intéressant sujet d'études pour les géomètres qui désirent se familiariser avec les méthodes propres à traiter les problèmes d'élasticité. Ces méthodes, M. Poincaré les manie avec autant de simplicité que d'élégance. Les physiciens regretteront peut-être que le savant professeur de la Sorbonne n'ait pas insisté sur les principes de la théorie qui, pour eux, ont plus d'intérêt que les procédés d'intégration. Mais ce regret ne peut tourner en reproche; M. Poincaré n'a pas eu l'intention d'écrire un traité complet d'élasticité ; il a seulement voulu nous donner quelques leçons détachées et nous devons lui en être reconnaissants.

P. Duhem.

III

Vorlesungen ueber mathematische Physik, par G. Kirchhoff. — II^er Band. *Optik.* — Leipzig, B. G. Teubner, 1891, in-8°.

G. Kirchhoff (1) avait entrepris d'écrire un traité de physique mathématique. Le premier volume de ce traité, intitulé *Mécanique,* et consacré à la capillarité, à l'hydrodynamique, à l'élasticité, a seul paru de son vivant. Ce livre admirable est déjà parvenu, en Allemagne, à la troisième édition.

Les autres parties de ce traité étaient demeurées inédites. Depuis la mort de l'illustre professeur de Berlin, ses élèves ont entrepris de le compléter en s'aidant soit des manuscrits du maître, soit des notes prises à ses cours. L'*Optique,* dont nous rendons compte aujourd'hui, est le premier des volumes complémentaires qui nous sont promis; il a été rédigé par M. le

(1) Nous avons donné de cet ouvrage un compte rendu plus détaillé dans le *Bulletin des sciences mathématiques,* 2e série, t. XVI, p. 45.

Dr Kurt Hensel, *privat-docent* à l'université de Berlin et revu par M. H. von Helmholtz.

Les diverses parties de l'Optique physique y sont très inégalement développées. Dix leçons sur quatorze sont consacrées à l'étude de la propagation de la lumière dans les milieux isotropes. G. Kirchhoff y développe cette théorie en suivant la méthode qu'il avait indiquée dès 1882 dans son grand mémoire : *Zur Theorie der Lichtsstrahlen*. Le fondement sur lequel elle repose est un théorème général de la théorie des fonctions qui remplace le classique, mais obscur, principe d'Huygens. Ce théorème fournit la base rationnelle de la théorie des petits mouvements dans les fluides, tout comme le théorème de Cauchy fournit la base de la théorie des fonctions de variables imaginaires ou le théorème de Green la base de la théorie du potentiel. C'est sur ce théorème que repose l'optique géométrique ainsi que les lois de la diffraction. L'explication des phénomènes de diffraction est, assurément, la plus belle partie du livre de G. Kirchhoff; jamais cette explication n'avait été donnée avec autant d'ampleur, d'élégance et de rigueur.

La théorie mécanique de la réflexion et de la réfraction de la lumière est exposée avec beaucoup de soin conformément aux idées de Mac Cullagh et de Neumann; une leçon est consacrée à exposer très simplement la théorie de la dispersion et de la réflexion métallique, en prenant pour point de départ les equations données par H. von Helmholtz pour la propagation de la lumière dans les milieux absorbants.

Les quatre dernières leçons sont consacrées aux milieux biréfringents. La théorie de la double réfraction adoptée est celle de Green et Lamé; elle est suivie d'une étude très élégante des propriétés de la surface d'onde. G. Kirchhoff reproduit ensuite, en le simplifiant, le mémoire qu'il a écrit sur la réflexion et la réfraction de la lumière à la surface des corps cristallisés. Une dernière leçon traite des couleurs des lames minces cristallines en lumière polarisée.

Cette partie des *Leçons* de G. Kirchhoff qui est consacrée à l'étude des milieux cristallisés ne présente pas un ensemble aussi imposant que les dix leçons consacrées aux milieux isotropes. On peut même y signaler une regrettable lacune : la théorie de la polarisation rotatoire est passée entièrement sous silence. Néanmoins, on peut dire que ces *Leçons*, auxquelles le maître n'a pu donner le dernier poli, constituent le plus beau commentaire qui ait jamais été fait de l'œuvre de Fresnel.

Qu'il nous soit permis, en terminant ce compte rendu, d'émettre un vœu : les *Leçons de Mécanique* de Kirchhoff sont parvenues, en Allemagne, à leur troisième édition ; elles sont devenues le guide indispensable de quiconque veut étudier la physique mathématique, et cependant elles n'ont pas encore, en France, trouvé de traducteur. Souhaitons que les *Leçons d'optique* ne rencontrent pas, dans notre pays, la même indifférence.

P. Duhem.

IV

Technique bactériologique, par le Dr R. Wurtz, chef du Laboratoire de pathologie expérimentale à la Faculté de médecine de Paris (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire,* publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut). — Petit in-8° de 192 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1892.

Conformément au programme tracé par la direction de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire,* le traité de M. R. Wurtz donne *sous une forme condensée* les principaux résultats pratiques définitivement acquis à la bactériologie expérimentale. On n'y trouvera ni l'histoire du développement rapide de cette science née d'hier, ni l'étude des microbes pathogènes actuellement connus, ni un aperçu sur les essais tentés pour découvrir et combattre les causes supposées des maladies infectieuses, ni même l'exposé complet des méthodes techniques dont un si grand nombre n'ont pas seulement réussi à se faire accepter.

M. Wurtz se borne aux notions qu'un débutant doit posséder à fond avant d'aborder l'étude proprement dite des microbes ; mais ces notions, il les donne avec un discernement, une méthode et une clarté qui dénotent une longue pratique et une observation soigneuse des faits.

Les opérations qui constituent la technique bactériologique sont décrites dans l'ordre même où l'on doit les exécuter d'ordinaire.

La stérilisation des appareils et des liquides est l'objet des premières pages. Elle se fait soit par la chaleur sèche à l'aide du four Pasteur, soit par la chaleur humide sous pression à l'aide de l'autoclave de Chamberland, soit à froid par filtration à travers des bougies en porcelaine pour les substances en solution et non

visqueuses. Comme M. Wurtz le dit fort à propos, cette dernière méthode de stérilisation exige des précautions spéciales, car d'après des observations déjà anciennes, confirmées et complétées tout récemment par M. Arloing, la force rétentive des bougies Chamberland généralement employées n'est pas identique pour toutes les bougies neuves, et elle diminue rapidement avec l'usage, surtout pour les substances précipitables par l'alcool (1).

Le bouillon, la gélatine, la gélose, la pomme de terre, le sérum sont recommandés comme milieux de culture. Après quelques conseils sur l'ensemencement, l'auteur indique les procédés ordinaires de culture dans la gélatine ou la gélose, sur plaques suivant Koch et Petri, on en tubes à fort calibre suivant Esmarch.

Un chapitre spécial est consacré à la culture des anaérobies. Le milieu de culture privé d'oxygène par l'ébullition, par l'emploi du vide ou d'un gaz inerte est ensemencé avec des précautions spéciales et conservé ensuite soit dans un tube scellé, soit dans un tube ouvert sous une couche d'huile ou de pétrole stérilisés. Quant à la séparation des microbes anaérobies, elle se fait commodément au moyen des appareils de Liborius, de Roux et de Fraenkel.

La température *optima* pour le développement des micro-organismes diffère suivant les espèces, mais se trouve généralement entre 20° et 38°. Il faut donc dans tout laboratoire bactériologique des étuves à température constante, munies de régulateurs. Celle de Gay-Lussac, celle de d'Arsonval, remplies d'eau ou d'huile, et celle plus grande de Roux à circulation d'air chaud suffisent à tous les besoins. Quel que soit le modèle adopté, on aura deux étuves, l'une réglée à 37° pour les cultures dans le bouillon, le sérum et la gélose, l'autre réglée à 20° environ, pour les tubes et les plaques de gélatine.

Dans le chapitre sixième, M. Wurtz décrit les moyens de contention les plus pratiques pour le cas où il s'agit de faire des inoculations à des animaux vivants : cobayes, lapins, souris, chiens, etc. Matériel et méthodes d'injection, autopsies, examen du sang et des organes : voilà les différents points touchés.

Nous aurions voulu quelques détails sur la conservation des préparations de micro-organismes, à la fin du chapitre qui traite

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, CXIV, 1455.

de l'observation des colonies à de forts grossissements, des cultures sous le microscope et des procédés de coloration.

L'auteur termine par un appendice sur l'analyse bactériologique de l'air, de l'eau, de la terre et des poussières.

Les procédés employés pour la détermination et la numération des germes de l'air sont nombreux. Le chapitre dixième indique, outre ceux de Miquel, Frankland et Petri, un procédé dû à l'auteur et à M. Straus, qui consiste à faire passer directement un volume d'air déterminé à travers de la gélatine nutritive stérilisée. Malheureusement, M. Wurtz n'indique pas les causes de supériorité de son appareil sur d'autres du même genre, qui n'avaient donné avant lui que des résultats médiocres.

Pour l'analyse bactériologique des eaux, Koch utilise la gélatine sur plaques; Miquel, le bouillon stérilisé. Tous deux isolent les micro-organismes par des dilutions progressives après l'ensemencement. Quoi qu'en dise l'auteur, les avis se partagent au sujet de la valeur relative des deux méthodes.

Tout le monde sait que les travaux actuels de la bactériologie portent sur l'étude des produits de sécrétion des micro-organismes non moins que sur leur morphologie et leurs caractères biologiques. La filtration soignée des cultures a permis d'expérimenter l'action physiologique d'un certain nombre de substances solubles engendrées par les bactéries; mais à part celles qui cristallisent, des alcaloïdes et des protéides, il n'y en a guère qui aient été isolées à l'état de pureté et définies avec certitude. Le dernier chapitre du livre parle du mode d'extraction et des caractères des plus importantes que l'on connaît à présent. Leur séparation se fait par dissolution, par précipitation, per évaporation ou par dialyse, suivant les propriétés des principes immédiats à recueillir. Les remarquables travaux d'A. Gautier, résumés dans son *Cours de Chimie biologique,* fournissent pour ces sortes de recherches des méthodes précieuses et des résultats importants.

On le voit, malgré les limites étroites où il s'est renfermé, M. Wurtz a fait œuvre de savant. Son livre trahit un expérimentateur judicieux et habile; il répond pleinement au plan adopté dans la préface. Nous regrettons pourtant qu'il n'y soit pas fait une part plus large à la bibliographie méthodique que promettait le prospectus général de l'*Encyclopédie scientifique.* Une indication plus détaillée des sources eût fait de ce petit traité une introduction bien meilleure encore aux ouvrages spéciaux que l'auteur n'a nullement la prétention de remplacer.

F. D.

V

Résistance des matériaux, par M. Duquesnay, directeur des Manufactures de l'État *(Encyclopédie des Aide-Mémoire,* publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut). — Petit in-8° de 187 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1892.

Ce livre est surtout un exposé de la partie théorique de la résistance des matériaux; il présente aussi, il est vrai, quelques importants exemples d'application.

Après avoir indiqué l'objet de cette partie fondamentale de la science de l'ingénieur, et le rôle important qu'elle joue dans la pratique des constructions, l'auteur aborde l'étude des quatre déformations simples de la section transversale d'une pièce, puis celle des déformations composées; il établit par un exposé très clair toutes les formules qui s'y rattachent et qui sont d'un usage courant dans les applications, ces formules ayant trait à la fois aux tensions développées et aux déformations subies. Il consacre un paragraphe spécial à l'étude des pièces d'égale résistance pour chaque genre d'effort considéré. Sous le titre d'*Exemples divers,* il traite ensuite les principaux cas de la flexion, le cas des pièces chargées debout, et celui des poutres continues sur plusieurs appuis. Puis vient l'étude de la résistance des pièces courbes et son application à l'évaluation de la poussée des arcs.

Cette partie théorique se termine par l'examen de la résistance des enveloppes, l'évaluation de la poussée des terres, et l'étude des conditions générales de stabilité des maçonneries.

La seconde partie, dite " pratique ", constitue le côté vraiment original du livre, et elle répond d'une façon parfaite au but poursuivi par la publication des " *Aide-mémoire* ". Toutes les formules auxquelles ont conduit les théories précédemment développées y sont réunies, condensées et groupées en tableaux d'un usage extrêmement facile; il y est joint d'autres tables donnant des renseignements de toute nature sur les coefficients pratiques des divers matériaux et la détermination des charges que supportent les constructions. La science de la résistance des matériaux tient là tout entière en quelques tableaux dont l'emploi sera d'une utilité incontestable aux ingénieurs; ils leur éviteront les longues recherches et la reprise des théories, en leur présentant d'un seul coup toutes les formules d'application immédiate auxquelles elles conduisent.

Dans la troisième partie, l'auteur a traité quelques importants exemples d'application : la résistance des câbles, celle des rivures, le calcul des arbres, la résistance des canons frettés, la stabilité des murs de soutènement et enfin le calcul des ressorts.

La partie pratique forme, à notre avis, le côté saillant de l'ouvrage, la partie théorique en constituant comme un commentaire qui a pour effet d'en rehausser la valeur; mais cette première partie, chef-d'œuvre de concision et de clarté, est elle-même un exposé très complet des principes de la résistance des matériaux, et elle pourra par là être aussi très utile à ceux qui ont surtout en vue le côté purement scientifique.

P. Daubresse.

VI

Tiroirs et distributeurs de vapeur, par A. Madamet, ingénieur de la Marine, ancien directeur de l'École d'application du génie maritime (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut). — Petit in-8° de 149 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1892.

On trouverait difficilement, croyons-nous, un traité aussi complet sous un format aussi restreint. Abordant la question dans toute sa généralité, l'auteur indique d'abord le rôle des distributeurs de vapeur, et il expose tous les détails de fonctionnement du tiroir simple à coquille et du tiroir en D. Ce premier chapitre forme en quelque sorte l'exposé des principes de la distribution par tiroirs, dont le chapitre suivant a pour objet l'examen de la réalisation pratique.

Il n'est peut-être pas une seule variété importante de tiroirs de distribution qui n'y soit décrite ou représentée au moins dans ses dispositions de principe; tiroirs à coquille ordinaires, tiroirs à compensateurs, tiroirs à canaux multiples, tiroirs équilibrés, tiroirs à pistons, tiroirs en D, tiroirs circulaires plans et robinets oscillants, les plaques oscillantes (valves Corliss), les soupapes, etc. ; ces divers systèmes y sont tous décrits dans leurs dispositions générales, les particularités et circonstances spéciales à chacun d'eux étant soigneusement mentionnées.

Le chapitre III, qui traite de la conduite des organes distribu-

teurs, étudie successivement la commande par excentrique, bielle et manivelle, cames, déclics, butoirs, et enfin le distributeur sans tiroirs.

Dans le chapitre IV, l'auteur énonce le principe du changement de marche, et il décrit tous les dispositifs qui permettent de le réaliser sans faire varier en même temps l'introduction : citons l'excentrique à calage variable, avec ou sans déclenche de la bielle de commande, les appareils Mazeline et Joëssel, le changement de marche à deux excentriques et la coulisse de Stephenson.

Enfin le chapitre V renferme tout ce que l'on connaît au sujet du frottement des tiroirs et de la résistance offerte à leur mouvement, et il énonce les systèmes divers de mise en train à vapeur.

Comme on le voit, ce livre renferme l'étude de toutes les variétés de distributions par tiroirs, valves et soupapes, mais sans dispositifs de détente variable, et c'est pour ce motif que la coulisse de Stephenson s'y trouve seulement énoncée et non décrite.

Au point de vue de l'ingénieur, il contient toutes les indications nécessaires à la détermination des éléments d'une distribution; le constructeur y trouvera d'autre part toutes les variétés de dispositifs différents qui ont reçu jusqu'ici la sanction de la pratique. L'ouvrage nous semble donc appelé à rendre de réels services, et nous attendons impatiemment la publication du volume relatif à la *Détente variable* qui doit en former la seconde partie.

P. Daubresse.

VII

Examen des aliments suspects, par H. Polin et H. Labit. — 1 vol. petit in-8°, 230 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Cet ouvrage fait partie de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, section du biologiste, publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut.

MM. Polin et Labit sont ces mêmes médecins-majors de l'armée française auxquels on doit déjà une intéressante *Étude sur les empoisonnements alimentaires* (microbes et ptomaïnes), travail dont il a été rendu compte dans la livraison d'octobre 1890

de la *Revue*. Aujourd'hui ils traitent d'ensemble l'importante question de l'altération des aliments.

La préface est de M. J. Arnould. L'éminent professeur rappelle que, d'une part, on en est arrivé à avoir des idées assez précises sur la nature des principes dangereux que les aliments et les boissons sont capables d'introduire dans l'organisme, et que, d'autre part, on a vu se développer dans ces derniers temps d'une façon extraordinaire " l'art de vendre au public, à beaux deniers, des denrées alimentaires de nulle valeur ou avariées, mais agréablement fardées, ou qui ont été l'objet de manipulations compromettantes pour le consommateur, mais qu'on lui tait soigneusement et qu'il est hors d'état de reconnaître. „ Il en conclut que c'est le moment ou jamais de faire " l'examen des aliments suspects. „

Les auteurs ont exposé leur sujet d'une façon remarquablement élégante. L'ouvrage est divisé en deux parties. Dans la première, on explique comment un aliment peut devenir nuisible; dans la seconde, on traite des moyens de reconnaître les aliments suspects.

Certaines altérations sont d'ordre chimique ou mécanique : l'aliment a été additionné de corps plus ou moins nocifs, c'est-à-dire qu'il a été l'objet de falsifications soit relativement inoffensives, soit capables de nuire à la longue, soit immédiatement nuisibles; le récipient dans lequel l'aliment a été préparé ou conservé lui a communiqué des propriétés vénéneuses ; les manipulations ou le voisinage l'ont exposé à des contaminations toxiques; il a été accidentellement mélangé à des substances étrangères.

Parfois l'altération est d'ordre biologique : un animal, intoxiqué par des médicaments ou des aliments, sécrète du lait ou donne de la viande toxiques; un animal surmené ou malade fournit des produits chargés de leucomaïnes; un végétal ordinairement comestible devient parfois dangereux.

Enfin les altérations peuvent être d'ordre parasitaire. On distingue entre le parasitisme grossier, auquel se rapportent la ladrerie, la trichinose, les moisissures du pain et certaines altérations des céréales, des légumes et des eaux de boisson, — et le parasitisme microscopique, auquel sont dues la fermentation, la putréfaction et les maladies infectieuses, la nocuité de l'aliment pouvant, dans ces processus divers, être le résultat, ou bien de l'action des micro-organismes eux-mêmes, c'est-à-dire une *infection*, ou bien de l'action des ptomaïnes qu'ils sécrètent, c'est-à-

dire une *intoxication*. Indépendamment de leur altération propre, certains aliments servent souvent de véhicules à des germes pathogènes provenant d'un voisinage ou d'un contact infectieux.

Après ces généralités, les auteurs, abordant la partie spéciale de leur ouvrage, passent successivement en revue, sous le rapport des altérations et des falsifications, les aliments d'origine animale : viandes, volaille, gibier, poissons, crustacés, mollusques; lait, beurre, fromage; œufs; — les aliments d'origine végétale : céréales, légumes, pommes de terre, champignons; — les conserves : salaisons, conserves de légumes; — les boissons usuelles : eau, vin, bière, cidre. Un dernier chapitre est relatif à la préparation des aliments et au choix des ustensiles culinaires.

MM. Polin et Labit, traitant leur sujet en médecins, s'occupent principalement des altérations dites *spontanées*. Ils glissent assez rapidement sur les falsifications, " qui font l'objet d'ouvrages spéciaux et dont la recherche nécessite généralement de longues analyses ; „ et, parmi les altérations, celles qui fixent le plus leur attention sont les souillures occasionnées par le parasitisme microscopique et spécialement par l'invasion des microbes pathogènes spécifiques. Voici, en résumé, ce que l'expérience nous enseigne à ce sujet.

Parmi les maladies infectieuses qui s'attaquent aux espèces animales, il en est un certain nombre que l'homme peut à son tour contracter, notamment par l'ingestion du tissu malade ou d'une sécrétion du tissu atteint ; tout au moins ces tissus et ces sécrétions (viandes, lait) constituent-ils des aliments dangereux, qu'il faut rejeter de la consommation. Les maladies dont il est ici question sont notamment la septicémie, la mammite infectieuse, la pyohémie, le charbon, la maladie aphteuse (cocotte), la tuberculose (pommelière), la péripneumonie contagieuse, la morve, le rouget, la rage.

Certains aliments, tels que le lait, l'eau, les légumes, les fruits, etc., sont souvent pollués par des germes pathogènes venus en contact avec eux : c'est ainsi que se propagent fréquemment le typhus, la diphtérie, la scarlatine, le choléra, la dyssenterie, la pneumonie, le charbon, etc.; des précautions doivent donc être prises de ce chef par le producteur et par le consommateur.

L'ouvrage dont nous venons de donner un aperçu rapide est, en somme, tant par l'originalité de son ordonnance générale que par les développements donnés à certaines de ses parties, l'un des plus intéressants qui aient été publiés sur la matière.

Les faits qui y sont exposés établissent une fois de plus la nécessité d'une réglementation et d'une surveillance du commerce des denrées alimentaires et particulièrement des viandes et du lait.

J.-B. André.

VIII

Analyse des vins, par le Dr L. Magnier de la Source. — 1 vol. petit-in 8°, 196 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Tel est le titre d'un excellent ouvrage de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*

L'auteur de ce livre le présente, non pas comme un traité complet, mais comme un exposé succinct des méthodes dont les chimistes, et spécialement les essayeurs du commerce et les experts des tribunaux, peuvent tirer le meilleur parti pour résoudre les problèmes les plus simples et les plus fréquemment posés en matière de falsification et d'altération des vins.

L'étude complète d'un vin comprend d'abord l'examen de ses caractères physiques, notamment de la densité, du pouvoir rotatoire et de l'intensité de la coloration.

On procède ensuite au dosage des principaux éléments normaux du vin.

Pour le dosage exact de l'alcool, l'auteur accorde la préférence à la méthode de Gay-Lussac, par distillation et alcoométrie, sur les autres procédés, tels que ceux de l'ébullioscope ou de l'ébulliomètre.

Il insiste sur la nécessité d'indiquer toujours les conditions dans lesquelles on a déterminé l'extrait sec du vin, de façon à ce que l'on sache si, dans cet extrait, est comprise la glycérine, dont le poids est le tiers environ du poids total des éléments solides. Il propose un mode opératoire très pratique pour la dessiccation dans le vide.

Pour le dosage de la glycérine, la méthode de Pasteur est très recommandable, sauf en cas de vins fortement plâtrés, où il faut recourir à la méthode de Raynaud ou à celle de Ferdinand Jean. Les procédés de Chancel et de Carles, comportant la dessiccation à 100°, occasionnent des pertes toujours notables de glycérine.

Les teneurs en alcool, en extrait et en glycérine sont, comme on le verra plus loin, les données sur lesquelles on s'appuie généralement pour reconnaître si un vin a été additionné d'alcool.

Rien de particulièrement intéressant à signaler relativement au dosage de l'acide succinique, des matières sucrées ayant échappé à la fermentation, de la crème de tartre et de l'acide tartrique, à la détermination du degré d'acidité, au dosage des acides volatils, du tannin, de la gomme, des cendres et du chlore.

La détermination de l'acidité totale a une certaine importance pour la recherche du mouillage, ainsi qu'on le verra tantôt. L'exagération dans le vin de la proportion d'acides volatils (acide acétique) correspond à l'une de ses altérations les plus fréquentes, l'acescence.

Le dosage de l'acide sulfurique, en vue de l'évaluation du plâtrage, s'effectue d'une manière plus précise en opérant sur les cendres du vin qu'en formant directement un précipité dans le liquide. En effet, l'acide tartrique et les tartrates alcalins jouissent de la propriété de rendre le sulfate de baryum légèrement soluble, même dans un milieu renfermant de l'alcool.

Après avoir dosé les éléments normaux, on passe à la recherche des substances étrangères.

Les matières colorantes, à l'aide desquelles on cherche à rehausser la couleur des vins mouillés ou additionnés de piquettes, sont principalement celles qui dérivent des goudrons de houille. On les reconnaît assez facilement en insolubilisant la matière colorante naturelle du vin et en séparant le colorant artificiel soit par simple filtration, soit par dissolution dans un véhicule approprié. Quant aux matières colorantes d'origine végétale ou animale, leurs caractères sont tellement analogues à ceux de la matière colorante du vin que, sauf des circonstances particulières et exceptionnellement favorables, il est impossible au chimiste de les découvrir.

La recherche de la glycose commerciale, souvent ajoutée au vin pour rehausser sa teneur en alcool et en extrait et masquer ainsi une addition de piquettes ou d'eau, s'effectue au moyen du polarimètre par la méthode de Neubauer. Le procédé de Tony-Garcin, basé à la fois sur l'usage du polarimètre et la réduction par la liqueur cupro-potassique, peut, dans certains cas, conduire à de graves erreurs.

La mannite se rencontre fréquemment en quantité considérable dans les vins d'Algérie, par suite de leur falsification au moyen de vin de figues. Son dosage n'offre pas de difficultés spéciales.

Il en est de même de la recherche et du dosage de l'acide salicylique, de l'acide borique et de l'acide sulfureux. L'auteur fait observer que ce dernier antiseptique ou agent de conservation est très employé, soit à l'état gazeux, soit à l'état de bisulfite. Inoffensif, d'après lui, lorsqu'il est introduit dans le vin à dose peu élevée, l'acide sulfureux devient nuisible à la santé lorsqu'on l'emploie en proportion immodérée.

La présence de l'édulcorant appelé dans le commerce *saccharine* (anhydride orthosulfamide benzoïque) peut être reconnue en se basant soit sur sa propriété de fournir de l'acide sulfurique par fusion avec un alcali et du salpêtre, soit sur celle de se transformer en acide salicylique sous l'action de la soude caustique à la température de 250°. On ne peut évidemment utiliser cette dernière propriété que si le vin ne contient pas d'acide salicylique, à moins que l'on ne sépare au préalable la saccharine d'avec ce dernier, d'après le procédé de Ch. Girard : dissolution du résidu éthéré dans l'alcool et addition d'une solution alcoolique de potasse, laquelle précipite partiellement la saccharine à l'état de saccharinate de potasse.

L'alun est employé pour communiquer au vin une couleur plus intense, une saveur âpre et astringente qui masque le mouillage ou l'addition de piquette, comme aussi pour préserver le vin de la maladie de la tourne. — L'acidification par les acides minéraux est pratiquée dans le but de rehausser l'éclat de la couleur du vin et de communiquer à cette boisson une saveur plus chaude et plus corsée. L'acide arsénieux a été parfois confondu avec du plâtre et versé sur la vendange. La litharge a été employée pour corriger l'acidité des vins piqués. La recherche de ces composés minéraux ne présente pas de difficultés particulières.

C'est au microscope, sous un grossissement de 300 à 600 diamètres, que l'on reconnaît les ferments des maladies du vin : ferment acétique, ferment de la graisse ou du filage, ferment de la tourne ou de la pousse, ferment de l'amertume.

Pour terminer, l'auteur examine les moyens de vérifier si un vin a été alcoolisé ou mouillé.

D'après le Comité consultatif des arts et manufactures, on peut considérer comme alcoolisé tout vin rouge dans lequel le poids de l'alcool dépasse 4,6 fois celui de l'extrait, déduction faite dans celui-ci, le cas échéant, du sucre et du sulfate de potasse, — ainsi que tout vin blanc dans lequel le rapport de l'alcool à l'extrait excède 6,6. Mais, si cette règle est généralement applicable aux vins français, elle a été reconnue bien souvent en défaut pour les

vins originaires d'autres pays. D'après M. A. Gautier, peut être considéré comme alcoolisé le vin dans lequel le poids de la glycérine n'atteint pas 1/14 de celui de l'alcool. Cette manière de voir est conforme aux données de la science. Malheureusement, comme la proportion de la glycérine à l'alcool varie dans les vins de 1/14 à 1/10 et même, suivant Fresenius et Bergmann, de 1/14 à 1/7,4, on est exposé, en suivant cette règle, à laisser échapper bien des coupables.

Quant au mouillage, il est extrêmement difficile de le déceler dans un vin dont on ne connaît ni la provenance, ni l'âge, ni le cépage, ni la destination, étant donnée la grande variabilité de la teneur des vins en leurs éléments constituants : alcool, extrait, tartre, etc. M. A. Gautier a reconnu qu'en général, si l'on additionne dans un vin le chiffre indiquant son titre alcoolique centésimal et celui qui donne par litre le poids d'acide sulfurique correspondant à son acidité totale, on obtiendra toujours pour les vins rouges non additionnés d'eau un nombre égal ou supérieur à 13; mais la réciproque n'est pas vraie, et beaucoup de vins vinés, mouillés du cinquième, présentent encore un total alcool-acide variant de 13,5 à 14.

M. Magnier de la Source, par la publication de son *Analyse des vins,* a fait preuve d'une entière compétence en la matière et il a parfaitement atteint son but, qui était de faciliter aux chimistes l'exécution rapide et sûre des analyses courantes de vins, en mettant à leur disposition un manuel qu'ils pussent consulter au laboratoire même et qui les dispense de recourir aux traités ou aux mémoires originaux.

J.-B. André.

IX

Thermodynamique a l'usage des ingénieurs, par Aimé Witz, docteur ès-sciences, ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à la Faculté libre des sciences de Lille (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires,* publiée sous la direction de M. Léauté, membre de l'Institut). — 1 vol. petit in-8° de 215 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Il y a une vingtaine d'années, dans son important ouvrage : *Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer,* Couche s'exprimait comme suit : " Pour être complète,

l'étude d'une machine thermique doit aujourd'hui s'appuyer sur la théorie mécanique de la chaleur, *aussi nécessaire aux ingénieurs que l'est celle de la résistance des matériaux* „ (1). Depuis lors, le domaine de la thermodynamique n'a fait que s'étendre, et cette science s'impose de plus en plus à l'attention de l'ingénieur : ses lois régissent les machines thermiques auxquelles l'industrie emprunte l'énergie dont elle a besoin et sans lesquelles elle ne saurait plus exister.

M. Witz, aussi habile praticien que théoricien distingué, a donc rendu à l'industrie un très grand service en publiant un ouvrage dans lequel il expose clairement et brièvement les principes et les lois de la thermodynamique, afin de mettre cette science à la portée de tous les ingénieurs, même de ceux pour qui les spéculations de la haute analyse n'ont pas grand attrait.

Dans le chapitre 1er, intitulé *Principe de Mayer,* l'auteur s'occupe du principe de l'équivalence. Il le considère comme un principe expérimental et réunit, dans une table, les résultats de trente-quatre expériences qui conduisent, pour l'équivalent mécanique de la chaleur, à des valeurs comprises entre 422,4 et 460. De ce premier principe se déduisent plusieurs conséquences très intéressantes pour la pratique par de simples transformations de l'équation fondamentale $dQ = dU + Apdv$.

Le chapitre II est consacré au *Principe de Carnot.* Après avoir exposé les idées qui ont conduit Sadi Carnot à formuler le second principe fondamental de la thermodynamique, M. Witz étudie la figuration géométrique du célèbre cycle de Carnot et démontre le théorème qui s'y rattache, en s'appuyant sur le postulatum de l'impossibilité du mouvement perpétuel. Du principe de Carnot on arrive facilement à l'équation de Clausius et de celle-ci à la notion de l'entropie. L'étude de la différentielle de l'entropie conduit à de nouvelles formes pour dQ, parmi lesquelles il en est une très importante : la formule de Clapeyron.

Le chapitre suivant est relatif à l'*Étude des gaz.* Les belles expériences de Gay-Lussac, Hirn, Joule, Thomson, etc. ont prouvé que le travail intérieur est nul dans les gaz parfaits ; il en résulte que l'énergie interne ne dépend pas du volume, mais uniquement de la température ; de là, pour ces corps, une simplification notable des équations générales établies dans les chapitres précédents.

(1) T. III, p. 715.

Parmi les transformations que peuvent subir les gaz, les plus importantes sont la transformation isotherme et la transformation adiabatique; elles sont étudiées avec détails dans l'ouvrage du savant professeur de Lille.

Le même chapitre renferme plusieurs tables très soignées, fournissant pour différents gaz le poids spécifique, le volume spécifique, la constante R, les coefficients de dilatation à volume constant et à pression constante et enfin le rapport entre les capacités calorifiques à pression constante et à volume constant.

Vient ensuite l'*Étude des solides* (chap. IV). Une relation, aisée à trouver, entre les variations de volume et de température montre qu'en général, dans une transformation adiabatique, à une compression correspondra un échauffement du solide et qu'inversement un refroidissement suivra une dilatation. La vérification expérimentale de cette formule n'est pas facile, par suite de la présence du facteur $dp : dt$; on lève la difficulté en substituant à ce facteur sa valeur en fonction du coefficient de dilatation cubique. L'équation ne renferme plus alors que des quantités fournies directement par l'expérience.

Dans le chapitre V, *Étude des liquides*, l'éminent ingénieur définit le coefficient de compressibilité des liquides, leur coefficient de dilatation thermique et la chaleur de dilatation. Par la considération du cycle de Carnot, qu'on fait parcourir à un certain poids de liquide en contact avec son solide générateur à la même température, on arrive à la relation si connue entre la chaleur latente de fusion et la différence des volumes spécifiques du solide et du liquide d'un même corps à la même température.

Le chapitre VI traite des *Vapeurs saturées*. Nous y rencontrons la plupart des formules classiques de Regnault et de Zeuner.

Ces formules ont été calculées pour les vapeurs de plusieurs liquides et les résultats en ont été consignés dans des tables.

Dans ces calculs, la vapeur est supposée sèche : hypothèse fictive, irréalisable dans l'industrie où l'on a presque toujours un mélange de vapeur et de liquide. Au point de vue industriel, ce sont donc surtout ces mélanges qu'il importe d'étudier. La thermodynamique fournit, sous ce rapport, deux équations de la plus haute importance : l'une donne la chaleur interne d'un mélange de vapeur et de liquide, l'autre en exprime l'entropie. Lorsque le mélange est soumis à une détente adiabatique, la valeur de $dQ : T$ conduit à une expression qui a été le point de

départ de l'une des découvertes les plus remarquables et les plus inattendues de Clausius. C'est, en effet, en se basant sur cette formule que l'illustre physicien a résolu la question de savoir si la quantité de vapeur devra augmenter ou diminuer par le fait d'une détente adiabatique. Il a trouvé que le sens du phénomène dépend non seulement de la nature du liquide, mais encore de la composition du mélange et de sa température.

Le chapitre VII contient la théorie de l'*Écoulement des gaz et des vapeurs*. Pour les gaz, l'auteur examine successivement l'écoulement à volume constant, l'écoulement isotherme et l'écoulement adiabatique, et arrive ainsi aux formules de Bernouilli, de Navier et de Weissbach. Il en tire ensuite plusieurs conclusions relatives au laminage des fluides à travers l'orifice d'écoulement.

Le dernier chapitre traite du coefficient économique du cycle de Carnot, qui possède le rendement maximum. Ce rendement ne peut être dépassé par celui d'aucun autre cycle fonctionnant entre les mêmes limites de température ; mais il ne faudrait pas en conclure qu'il ne puisse être théoriquement atteint par quelques-uns d'entre eux. Dès que l'intermédiaire est mis en contact avec plus de deux sources de chaleur, il y a, en effet, une infinité de cycles qui ont même rendement que le cycle de Carnot.

Le livre est terminé par une bibliographie assez étendue indiquant les principaux ouvrages relatifs à la thermodynamique qui ont paru de 1798 à 1892.

Les ingénieurs, nous n'en doutons pas, feront bon accueil à cette nouvelle publication de l'infatigable collaborateur de la *Revue des questions scientifiques*, publication qui sera pour eux un excellent *Aide-Mémoire*. Comme ils ont pu en juger par la courte analyse que nous en avons donnée, M. Witz a, dans ce travail, coordonné pour leur usage et réuni dans un petit nombre de pages les grandes découvertes des Carnot, Mayer, Clausius, Zeuner, etc. Pour mieux familiariser les praticiens avec les formules d'une science qui leur est aussi indispensable, il récapitule à la fin de chaque chapitre les principales formules qui y ont été développées et en donne de nombreuses applications numériques.

N. Sibenaler.

X

La Terre dans son ensemble. *Cosmographie, astronomie, géographie physique, politique, économique, et histoire de la géographie,* d'après le programme officiel du 4 septembre 1888, pour les classes de rhétorique des Athénées et classes similaires, par Alexis-M. G. — Vol in-12, de VIII-312 pages. — Liége, Dessain.

Commençons par rappeler quel est, en substance, le programme officiel du 4 septembre 1888, édicté pour la classe de rhétorique des Athénées en Belgique.

Ce programme comprend deux parties principales, à chacune desquelles est attribué un nombre égal de leçons.

C'est 1° l'*Étude de la Belgique,* aussi détaillée que possible, sous le rapport de la géographie historique, physique, topographique, industrielle et commerciale, avec ses institutions politiques et administratives.

Je n'ai pas ici à examiner cette partie du programme, que notre auteur a traitée dans un autre de ses ouvrages, dont la *Revue* a jadis rendu compte.

Reste 2° l'*Étude de la Terre considérée dans son ensemble* (cosmographie, astronomie, géographie physique, politique et économique).

Ce programme est le développement scientifique des notions données en sixième et en quatrième. C'est à lui que répond le traité du Frère Alexis-Marie, et, ainsi qu'il le dit lui-même, c'est afin de compléter la série graduée de ses ouvrages pour l'enseignement moyen du degré supérieur, qu'il nous donne ce volume de la *Terre dans son ensemble,* à la suite de deux autres qui étudient successivement en détail la *Belgique* et les *divers États du Globe.*

Beaucoup des lecteurs de la *Revue* connaissent ces ouvrages devenus classiques depuis de longues années dans les établissements libres et officiels : athénées, collèges, séminaires, pensionnats, écoles normales, etc.

Le Cours supérieur est, " en effet, complet dans ses deux premières parties en tant qu'elles exposent toutes les matières à étudier pour répondre aux programmes ordinaires. „ Mais il semble à l'auteur, ce qui du reste est dans l'esprit du programme officiel, " que les jeunes gens doivent finir leurs études par une *revue générale* ou récapitulation, non pas tant des objets

et des noms acquis par la mémoire, que des *faits* et des *phénomènes* constituant l'essence même de la *géographie,* qui est une *science naturelle encyclopédique,* si l'on peut ainsi parler ; car, si toutes les autres sciences naturelles et physiques : cosmographie, géodésie, géologie, botanique, zoologie, ethnographie, lui rendent des services, elles empruntent aussi son secours, de même que nombre de sciences commerciales, historiques, politiques et sociales. „

L'auteur divise son travail en trois parties ou sections indiquées par le programme.

La première section s'occupe des *astres* et des rapports cosmographiques de la Terre avec le Soleil et la Lune. Les éléments d'astronomie terrestre doivent être enseignés par le professeur de géographie, non pas d'une manière purement mathématique, comme le ferait un professeur spécial, mais, dit le programme, " parce que souvent ils expliquent des faits d'ordre physique et que, logiquement, ils forment le couronnement scientifique de la connaissance de la Terre. „

Dans une introduction où il évoque le spectacle du ciel, le jour comme la nuit, faisant apparaître les différents astres, l'auteur amène des réflexions sur l'immensité du ciel, le nombre incalculable des étoiles et des nébuleuses. Il conduit tout naturellement à cette question primordiale de l'origine du monde, qui est la " Création „ par un Dieu tout-puissant, infini et éternel, et il répudie avec les philosophes chrétiens cette prétendue notion d'un monde infini et éternel. Puis il émet les hypothèses reçues sur la matière cosmique, sur le mode de formation des astres, et il a soin de les appuyer sur les autorités les plus graves, telles que le P. Secchi.

Dans les chapitres qui suivent, on passe successivement en revue, au chap. Ier, les astres en général et leurs définitions, le détail de la sphère, etc. ; — au chap. II, les procédés d'observation des astres, l'emploi des instruments, tels que le théodolite, l'équatorial, la lunette méridienne ; la détermination de la distance zénithale, de la hauteur d'un astre, de l'ascension droite, de la déclinaison, etc. ; résumé succinct qui laisse intentionnellement beaucoup à faire au professeur, mais qui peut suffire à le guider dans ses leçons.

Le chap. III expose les systèmes astronomiques de Ptolémée et de Copernic, avec un historique du progrès des idées sur le système du monde, depuis Homère et Pythagore jusqu'à notre époque.

Les chap. IV, V et VI traitent du mouvement diurne, *apparent* pour le Ciel, *réel* pour la Terre ; du mouvement annuel, *apparent* pour le Soleil, *réel* pour la Terre, et des conséquences de ces mouvements pour les saisons, le jour, la nuit et leurs inégalités, la distribution de la chaleur dans chaque zone terrestre, etc. Le ch. VII expose les données pratiques de la mesure du temps, pour le jour, l'année, les mois, la semaine, le calendrier et ses réformes.

Dans les chap. VIII, IX et X, on traite du Soleil et de la Lune, de leurs rapports avec la Terre, de leurs rôles dans les éclipses et les marées. Le chap. XI donne les éléments généraux des planètes, leur nature, les lois de leurs mouvements et les particularités physiques des principales d'entre elles. Enfin, le chap. XII termine la partie astronomique par les étoiles et les nébuleuses, qui ramènent à l'immensité de l'espace entrevue au début.

Notons que chaque chapitre renferme les figures indispensables à l'intelligence du texte et que, en outre, un tableau synoptique, placé en tête, donne le canevas de la leçon, canevas que le maître et l'élève développent à volonté; c'est là, au point de vue didactique, une innovation heureuse qui sera appréciée des professeurs, et dont il est bon de donner ici un exemple pris au hasard.

TABLEAU SYNOPTIQUE du chap. V (à développer).

- MOUVEMENT ANNUEL
  - APPARENT : le Soleil semble tourner
    - *Sens :* direct...
    - *Durée :* une année....
    - *Zodiaque* — Chemin : Constellations
      - boréales
        - *Bélier*... 21 mars
        - *Taureau.*
        - .....
      - australes
        - *Balance*.. 21 septembre
        - *Scorpion.*
        - .....
    - *Ascension droite*.....
    - *Déclinaison* .....
    - *Hauteur*... *distance zénithale.*
  - RÉEL : la Terre tourne
    - *Sens :* direct.
    - *Durée :* 365 j. 5 h. 48 m. 48 s.
    - *Parcours :* ellipse... grand axe.
    - *Distance*
      - moyenne .....
      - *aphélie* .....
      - *périhélie* .....
    - *Vitesse*
      - variable : (aphélie et périhélie).
      - moyenne : 6 lieues par seconde.
      - régulière : conforme à la loi des aires.
  - *Axe terrestre*
    - son *inclinaison.*
    - sa *direction :* parallélisme.
    - conséquences : les *saisons.*

La deuxième partie du cours a pour titre La Terre : c'est la *géographie physique générale.*

Au chap. I, notre planète est étudiée au point de vue de l'habitation humaine, de la théorie de Laplace, et l'on expose les idées naïves que les anciens se faisaient de sa forme plate ou autre. Puis le chap. II en donne les éléments mathématiques, les procédés de détermination des longitudes et latitudes; la notion du méridien initial est accompagnée du projet de division du globe en 24 fuseaux horaires, dont on parle beaucoup aujourd'hui. L'auteur donne même un planisphère avec ce mode de division, basé sur le méridien de Greenwich, lequel décidément devient la pratique générale. On sait que la Belgique a adopté, le 1er mai dernier, l'heure régulatrice anglaise, comme la plupart des États européens.

Les chap. III et IV traitent des projections de la sphère, des grandes divisions physiques et des notions géologiques en général.

Dans des chapitres particuliers, on reprend successivement l'étude plus circonstanciée des *océans* (ch. IV), avec leur étendue, leurs profondeurs, leurs courants et leurs produits; — celle des *continents* et des *îles* (ch. V), avec leur mode de formation géologique, suivi parfois aussi de leur destruction actuelle; leurs caractères propres comme étendue, formes et position; — le *relief du sol* (ch. VI), montagnes, plateaux, plaines et vallées, formation et destruction, mouvements, tremblements de terre, feu central et volcans; — les *bassins hydrographiques* (ch. VII), leurs lignes de ceinture ou de partage des eaux, qu'il ne faut pas confondre avec les lignes de faîte; les sources et les glaciers alimentant les cours d'eau; — les *fleuves* (ch. VIII), leur description théorique et leurs particularités comparées; les effets physiques des eaux détruisant et reconstruisant; les lacs, leur formation et leur dessèchement graduel, etc.

Après ces chapitres essentiels, la physique du globe se termine par l'étude de l'*atmosphère* (ch. IX) : météores, électricité, chaleur, vents, pluie et climats qui en dérivent, et par les *productions naturelles* des trois règnes (ch. X), prélude de la géographie économique.

Enfin la troisième partie, qui prend le titre de La Terre et l'Homme, débute au chap. I par la définition de l'homme lui-même, roi de la création; elle établit une classification ethnographique des variétés de l'unique espèce humaine, classification basée sur l'autorité du savant géologue belge d'Omalius d'Halloy, et

accompagnée de notions sur les langues parlées et les cultes religieux.

Le chap. II traite des formes sociales et gouvernementales, et classe les grands États du globe et les colonies européennes, avec tableaux statistiques.

Le chap. III, étendu et très complexe, fait voir l'action intelligente de l'homme sur la nature qu'il transforme à son gré, et la réaction de la nature sur l'homme lui-même; il énumère les produits agricoles, industriels et commerciaux des diverses contrées du globe, mises en relation par les voies de communication et de transport, les services maritimes, les chemins de fer et la télégraphie.

Dans cet aperçu rapide, le lecteur a pu observer déjà que toutes les matières visées par le programme sont traitées; mais l'ouvrage du Frère Alexis ne s'arrête pas là; il y ajoute avec raison plusieurs chapitres des plus intéressants sur l'*histoire sommaire de la science et des découvertes géographiques,* " car, dit-il, ce n'est qu'en parcourant la longue et pénible genèse de cette science à travers les siècles, que l'on comprend l'ampleur des connaissances actuellement acquises. L'étudiant, qui en trouve la synthèse dans son atlas, et le voyageur, qui fait le " tour du monde „ en quelques semaines et avec tant de facilité, ne se figurent pas sans cela comment il a fallu quarante siècles à l'activité humaine, pour arriver à ces résultats que nous trouvons si simples aujourd'hui. „

En effet, dans le chap. IV, cette histoire remonte jusqu'à Moïse et aux Égyptiens, passe ensuite aux Phéniciens, puis aux Grecs, si longtemps les maîtres en littérature et en philosophie : Homère, Hérodote, Pythéas, Dicéarque, Érathostène, Hipparque, et même sous les Romains, Strabon et Ptolémée, nous apportent tour à tour la contribution des connaissances de leur temps sur les contrées connues du globe, sur sa forme et les manières de le représenter.

Le moyen âge continue les errements des Grecs et des Romains, jusqu'au jour où les Normands, les Byzantins, les Arabes, les voyageurs tels que Ruysbroeck et Marco Polo au pays des Mongols, agrandissent l'horizon géographique, que la cartographie naïve et informe de l'Istakhri, de l'Edrisi, de Sanuto, jusque celle de Fra Mauro, dessine le moins mal possible.

Enfin, le XVe et le XVIe siècle, avec Diaz, Gama, Colomb et Magellan, les Portugais et les Espagnols, suivis des autres

peuples : Anglais, Français, Hollandais, Russes, donnent le grand essor à la géographie en découvrant les trois quarts du globe restés jusque-là dans les ténèbres.

La forme sphérique de notre planète est prouvée par le fait même des navigations " autour du monde „, et néanmoins, chose étrange, il faudra de longues années encore pour que l'esprit humain soit convaincu de la doctrine des antipodes. Avec Ortelius et Mercator, la cartographie se complète et se fixe, tandis qu'avec Copernic, Galilée, Képler, Newton, l'astronomie et la cosmographie affirment les rapports de satellite que la Terre entretient avec le Soleil.

Arrivent, au XVIIIe siècle, le capitaine Cook et Bougainville parcourant les Océans; au XIXe siècle, Franklin, Mac Clure, John Ross, Nordenskiöld, recherchant les passages du nord-est et du nord-ouest; enfin, dans un temps plus ou moins rapproché, la découverte d'un *nouveau monde,* qui n'est autre que l'Afrique intérieure, explorée par Mungo Park, Clapperton, Barth, Livingstone, Stanley et toute cette pléiade d'ardents chercheurs, qui ont préludé au fameux partage de l'Afrique entre dix puissances européennes, il y a moins de dix ans.

Est-ce tout? Non, un dernier chapitre, court et substantiel, résume l'*histoire des peuples* et fait voir le " mouvement politique et social sur le globe „ depuis les origines du monde. Et après nous avoir décrit la *conquête* du globe par la *race blanche européenne,* l'auteur cherche la cause de la prépondérance de cette race, et il la signale comme résidant essentiellement dans le *christianisme* lui-même et dans cet ordre du Christ-Roi à ses disciples : " Allez, et que l'Évangile soit prêché à tous les peuples de la Terre „, " afin, dit l'auteur en terminant, que, par l'application du principe de justice et de charité qu'il y trouve, l'homme parvienne à la céleste Patrie et *se réunisse à* DIEU, *son créateur et sa fin éternelle.* „

On le voit, il n'est pas possible d'affirmer plus carrément ses sentiments d'auteur chrétien et catholique, et pour cela il faut un certain courage en nos temps de scepticisme et d'incrédulité affectée dans nombre d'écoles.

Souhaitons bon succès à un ouvrage classique établi sur d'aussi saines idées, et qui, malgré quelques imperfections inhérentes à une première édition, nous paraît destiné non seulement à satisfaire les écoles auxquelles il est destiné, mais encore à rendre service à bien des personnes, car les ouvrages de ce genre sont extrêmement rares.

L. DE K.

XI

Bulles de savon, par C.-V. Boys, traduit de l'anglais par Ch.-Éd. Guillaume. — In-12, x-145 pp. — Paris, Gauthier-Villars et fils, 1892.

L'extension considérable que prend de plus en plus la vulgarisation scientifique est sans contredit un des traits caractéristiques de notre époque. Voici encore un de ces petits livres de vulgarisation qui, sous un titre très modeste, groupe dans un ensemble harmonieux tout ce qui a été dit au sujet d'une force étrange qu'on a nommée la *tension superficielle*.

En mettant au jour ce travail, M. Boys, le jeune membre de la Société Royale de Londres, y a réuni le fruit de ses propres recherches et les plus belles expériences de ses devanciers. Ajoutons que le traducteur de ce livre a su lui conserver son cachet particulier, sans s'astreindre cependant à reproduire scrupuleusement l'original,

Le petit ouvrage dont il est question se partage en quatre conférences. Elles entretiennent le lecteur des principales propriétés dont jouissent les membranes liquides. Ces propriétés sont mises en relief par des faits, et les charmantes expériences décrites dans ces pages en constituent le principal attrait. Quand on s'est donné la peine ou plutôt le plaisir de les reproduire, l'esprit, longtemps après les yeux, en reste tout émerveillé.

La première de ces conférences traite de la tension superficielle proprement dite. En quoi consiste cette force? Quel genre d'effets produit-elle? L'auteur l'explique, et illustre ses explications par des expériences des plus curieuses en même temps que des plus simples.

Par exemple, un pinceau maintenu dans l'eau conserve tous ses poils séparés : aussitôt qu'on le retire du liquide, on voit ces mêmes poils s'agglutiner de manière à former une pointe. Il y a maintenant comme une membrane de caoutchouc qui entoure le pinceau. Cette comparaison d'une surface liquide avec une toile élastique n'est pas sans fondement. Lorsque l'on verse lentement de l'eau sur une mince feuille de caoutchouc tendue et très flexible, celle-ci prend rigoureusement toutes les formes d'une goutte qui augmenterait peu à peu à l'extrémité d'un tube. Ce sac élastique qui soutient la goutte artificielle finirait par céder sous le poids, tout comme le mince sac liquide se déchire lorsque la goutte d'eau tombe.

Les charmantes expériences de la toile métallique qui, placée à fleur d'eau, peut résister à une poussée considérable, et celle du vase criblé de trous qui, malgré cela, ne laisse pas échapper une goutte de liquide, achèvent de donner un concept précis de la tension superficielle.

Reste à demander à la nature comment agiront ces forces, quand elles se trouveront placées dans des conditions diverses. Quelques tubes capillaires, deux plaques de verre et de petites sphères enduites de paraffine suffisent pour résoudre le problème ; et l'on constate que ces forces se traduisent à la surface des liquides par des ascensions ou des dépressions appelées capillaires, ainsi que par des dépressions latérales exercées par la tension superficielle.

Mais ces énergies qui ont leur siège dans les surfaces fluides sont-elles les mêmes pour tous les liquides? Voyons. L'eau et l'alcool donnent naissance à des gouttes de grosseur manifestement différente. Si l'on tient compte de la densité de ces deux liquides, on est amené à conclure que l'alcool possède une tension superficielle beaucoup moindre que celle de l'eau. Ce fait est encore mis en relief par une expérience pleine d'élégance. Une goutte d'alcool versée sur la surface de l'eau étalée en petite quantité au fond d'une cuvette, y suscite une tempête vraiment magique : ces deux liquides tirant chacun de toute la puissance de leur membrane élastique offrent le singulier spectacle de petites montagnes d'eau se séparant, se fuyant, et se rassemblant enfin en un plateau qui laisse désert l'espace mouillé par l'alcool.

Qui n'a observé les larmes que distillent discrètement les vins généreux sur les parois de cristal? L'évaporation rapide de l'alcool, modifiant à chaque instant sur les parois du verre la densité du vin, provoque une variation perpétuelle de force superficielle et par suite le mouvement qu'on observe.

Quelques applications terminent cette première causerie. Elles font voir comment, dans une foule de cas, on utilise sans s'en douter les propriétés élastiques de la surface de l'eau et des liquides; comment certains insectes, les larves des cousins en particulier, savent tirer profit de ces propriétés pour pourvoir aux fonctions les plus essentielles à leur existence.

La seconde conférence n'a pas moins de charme et d'attrait que la précédente. Elle nous entretient des membranes sans pesanteur.

On y trouve entre autres choses les magnifiques expériences de Plateau et de M. Van der Mensbrugghe sur la sphère d'huile et les bulles de savon.

L'élasticité des membranes liquides, les pressions variant avec la courbure des bulles, les lois d'équilibre stable et instable des bulles étirées en cylindres, etc., sont tour à tour étudiées dans cette partie. Ce qui étonne et émerveille à la fois, c'est l'élégance des expériences d'une part, et la simplicité des appareils de l'autre. Qui aurait songé, par exemple, que le magnétisme de l'oxygène pût être démontré à l'aide d'une bulle de savon et d'un simple électro-aimant? C'est cependant ce que réalise M. Boys, et grâce surtout à ses observations, ce magnétisme mis ainsi en évidence n'est que la conséquence d'une loi d'équilibre devant se vérifier dans la bulle.

Après avoir exposé la théorie des phénomènes auxquels sont soumises les membranes, abstraction faite de leur poids, l'auteur nous invite dans une troisième conférence à considérer les modifications que subit la veine liquide sous l'empire des forces résidant dans son enveloppe, si on peut donner ce nom à la surface elle-même qui termine la veine.

Comment un filet d'eau se transforme en gouttelettes; comment prennent naissance les gouttes visqueuses qu'on observe sur une toile d'araignée; comment enfin un jet d'eau dispersé se rassemble instantanément en une seule veine sous l'influence d'un bâton de cire électrisé : tels sont les curieux phénomènes étudiés dans cette partie. Une théorie de ces faits, et quelques expériences complémentaires achèvent de jeter la lumière sur ces importantes conséquences de la tension superficielle. Le conférencier termine en exposant comment une application des jets musicaux a fourni à M. Chichester Bell l'invention d'un microphone d'un nouveau genre.

Enfin la quatrième conférence reprend certaines particularités propres aux bulles de savon : ces bulles sont perméables aux gaz; elles peuvent être pressées assez fortement les unes contre les autres sans se toucher et n'offrir qu'un contact apparent; mais le voisinage d'une trace d'électricité suffit pour les souder aussitôt.

Dans le cours des expériences qui font voir ces propriétés, l'auteur a vaincu avec une grande aisance des difficultés qui semblaient dès l'abord insurmontables. Ainsi gonfler deux et même trois bulles les unes à l'intérieur des autres devient un jeu par le procédé de M. Boys. Du reste, faites dans certaines conditions, les expériences prennent un éclat surprenant.

Là s'arrêtait l'intéressante brochure du jeune savant anglais. Après l'avoir lue, on se rend ce témoignage que le temps consacré à l'étudier n'a pas été un temps perdu.

La traduction française de ce petit livre présentée au public par M. Guillaume, est suivie de quelques indications relatives aux expériences décrites. On est trop heureux quand on expérimente de pouvoir s'épargner les tâtonnements, pour trouver matière à reproche dans l'abondance des détails. Ceux-ci sont au contraire un utile appoint.

Quant aux notes sur les tourbillons du camphre, l'action de l'huile sur les vagues, etc., placées en appendice par le traducteur, on peut dire qu'elles avaient leur place naturelle dans un livre qui parle des forces superficielles.

Ce qui vient d'être dit montre assez que ce petit ouvrage sera lu avec fruit non seulement par les physiciens, mais encore par tous ceux qui sont curieux des choses de la nature et des forces cachées qu'y a déposées le Créateur.

V. B., S. J.

XII

Le Doute suprême, par E. Chesnel. — Un vol. in-12 de xv-286 pp. — 1892, Paris, Victor Retaux.

Ce titre, *Le Doute suprême*, que ne complète aucun sous-titre explicatif, ne donne pas, au premier abord, l'idée nette et précise du sujet que traite l'auteur. Il est exact cependant, sinon complet. Le " doute suprême, „ c'est ce désolant scepticisme qui va jusqu'à mettre en question l'existence de Dieu même. Et le but que s'est proposé l'auteur, c'est précisément de combattre ce scepticisme, ce doute, et de le combattre par la science, par ses données les plus récentes, par ses théories les plus plausibles. En sorte que la conclusion qui se présente d'elle-même à l'esprit, après la lecture du livre, c'est que non seulement, entre la science et la foi aucun dissentiment véritable ne peut exister *(nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest)*, mais encore que la science vraie, la science sérieuse et solide peut être, au contraire, un auxiliaire puissant pour la démonstration tout au moins de la vérité spiritualiste, fondement de la foi.

L'auteur commence par prouver à un interlocuteur supposé, qui est un sceptique, mais en même temps un de ces esprits sincères comme il y en a beaucoup, que la certitude est possible,

qu'elle existe et qu'elle repose sur certaines vérités fondamentales non susceptibles de démonstration parce qu'elles sont l'évidence même et qu'elles s'imposent à l'esprit. Exemple : le principe de causalité, d'après lequel nous ne concevons même pas qu'un phénomène, un fait quelconque, puisse avoir lieu sans qu'une cause l'ait produit.

Ce point admis, l'auteur fait envisager à l'adversaire l'ensemble de la nature, dont l'existence, qui nous est révélée par les sens, nous est attestée par la raison. Et remontant la chaîne des causes secondes, il arrive à la nébuleuse primitive de Laplace, étendue à l'univers cosmique tout entier, laquelle, en vertu de la loi d'inertie, n'a pu entrer en mouvement, n'a pu commencer la série d'évolutions qui a conduit le monde inorganique à l'état actuel, que par une ou plusieurs impulsions provenant d'une cause extérieure. Elle-même, cette masse nébulaire d'une rareté extrême, n'a pu se donner l'être ; il faut, en dehors et au-dessus d'elle, une cause qui l'ait produite.

" Rien ne se crée, rien ne se perd „ dans la nature, a dit, après démonstration, notre grand Lavoisier. L'énergie totale de l'univers est constante, ont dit Meyer, Joule, Hirn, etc. ; et plus récemment Clausius et William Thomson ont constaté la loi de la marche de l'énergie vers un état d'équilibre final. D'où résulte cette vérité établie aujourd'hui scientifiquement, à savoir que l'univers a eu un commencement et qu'il aura une fin ; puisqu'il a eu un commencement, puisqu'il n'a pas toujours existé, il faut donc qu'une cause souveraine, une cause créatrice l'ait produit.

Mais ce que l'induction tire rigoureusement de l'existence de l'univers sidéral en tant que création inorganique, elle le retrouve avec une force égale dans le fait de l'origine et de la conservation de la vie sur notre sphéroïde. L'auteur a facilement raison du système Haeckélien qui veut que la monère initiale soit sortie spontanément du jeu des éléments inorganiques, en s'appuyant sur cette seule et unique raison que si l'on n'admet pas cette for mation *per se* du premier germe vivant, il faut nécessairement a dmettre sa création par un être supérieur, ce que le système repousse. N'est guère moins déraisonnable l'hypothèse de germes organiques venus d'autres mondes, charriés à travers les espaces interplanétaires et tombés sur notre planète ; car, sans parler des impossibilités physiques, mécaniques et physiologiques que rencontre une telle hypothèse, elle ne résoudrait pas, supposée possible, la difficulté. Car enfin, ces germes échappés des mondes sidéraux, comment s'y seraient-ils

formés ? et nous retombons dans l'alternative posée par Haeckel lui-même : où ils se sont formés tout seuls, la vie ayant surgi, spontanément et sans cause, du règne minéral ; ou ils ont été créés par une puissance supérieure, ce que le professeur d'Iéna appelle " le miracle. „

Il y a autre chose encore. L'existence et la formation de l'univers n'impliquent pas seulement une cause efficiente, initiale. Dans l'ensemble comme dans le détail de cet univers, il existe une extrême harmonie; tous les phénomènes, mieux encore, toutes les séries des phénomènes de la nature, concourent à des buts nettement déterminés et en rapport exact avec leur objet. Ainsi le Soleil, par la loi de gravité universelle, maintient la Terre à une distance de lui qui ne varie que dans d'étroites limites, jamais franchies ; par sa chaleur et sa lumière, il provoque et entretient la vie sur elle, règle la circulation atmosphérique de l'air et des eaux. La végétation couvre le sol d'une parure verdoyante et fleurie, retient les terres instables sur le penchant des montagnes, sert à l'alimentation du règne animal, qui lui-même, par décomposition cadavérique et par déjections, restitue au sol ce qu'il lui a pris sous forme de nourriture végétale. L'homme enfin, par l'art et l'industrie, complète et embellit l'œuvre de la nature ; et quand s'offre à nos regards un monument, une statue, une machine ingénieuse, nous concluons aussitôt à l'architecte, au sculpteur, au mécanicien, qui ont façonné et disposé des matériaux divers en vue de réaliser une machine, une statue, un édifice, lesquels étaient le but, la cause finale des travaux qu'ils ont accomplis.

Semblablement, l'ordre qui règne dans la nature, l'appropriation des phénomènes qui s'y manifestent à des buts nettement déterminés, nous révèlent la *cause finale* des objets et des faits dont l'univers est le théâtre permanent.

Passons sur une partie du livre, fort digne d'attention cependant, mais d'un caractère plutôt philosophique que scientifique au sens strict du mot, et où l'auteur expose et développe les principaux attributs de Dieu. Où il rentre pleinement sur le terrain exactement scientifique, c'est quand, revenant aux *êtres vivants,* il résume, d'après les Claude Bernard, les Chevreul, les Chauffard, les Maisonneuve, les Duclaux, les grandes lignes de la physiologie végétale et animale. Puis, passant à la vie humaine, et puisant ses arguments aussi bien parmi les adversaires comme MM. Topinard, Charles Richet, Mathias Duval, Paul Bert, Taine, Fouillée, que parmi les savants spiritualistes tels que

MM. le Dr Surbled, l'abbé Farges, Rabier, Paul Janet, Duilhé de Saint-Projet, etc., il expose le mécanisme de la vie humaine, les rapports de l'organisme avec l'esprit qui l'anime, l'informe et le vivifie, la supériorité de nature de l'âme humaine, spirituelle, raisonnable et libre, dont l'intelligence s'élève au-dessus des sensations et des organes, les dépasse, s'exerce sans eux et leur survit, sur l'âme animale, bornée aux opérations des instincts et de la connaissance sensible et qui, dépendante des organes, condition essentielle de son existence, périt et disparaît avec eux.

De là il est amené à aborder le sujet avant tout philosophique du problème du mal et de la vie future, par lequel se clôt ce petit volume qui, par son format commode et sa lecture facile, sera d'un précieux concours aux esprits sincères, plus ou moins troublés par les affirmations aussi tranchantes que dénuées de preuves de la science matérialiste.

JEAN D'ESTIENNE.

XIII

VOYAGE AU MONT ARARAT, par JULES LECLERCQ, président de la Société royale belge de géographie, membre collaborateur de la Société impériale russe de géographie. — Paris, librairie Plon, E. Plon, Nourrit et Cie. — In-12°, 328 pp.

Nous n'avons plus à faire l'éloge de l'auteur de ce livre. Il y a beau temps que M. Jules Leclercq a conquis, parmi les géographes de l'époque, une place hors de pair. Voyageur intrépide ne reculant ni devant la fatigue, ni le danger, écrivain à la touche délicate pour rendre les multiples impressions des spectacles variés de la nature et les péripéties palpitantes des aventures du touriste, enfin, ce qui vaut mieux, lettré d'une érudition très étendue et toujours puisée aux sources, le savant président de la Société belge de géographie fait briller, dans les œuvres déjà nombreuses qu'il a fournies à la science, un ensemble de qualités précieuses que l'on rencontre trop rarement réunies.

Dans le nouvel ouvrage dont M. Jules Leclercq vient d'enrichir la littérature des voyages, on les retrouvera plus vivantes que jamais. Aussi bien, lui-même l'avoue, nulle excursion ne le tenta jamais plus que celle dont il nous présente le récit. Elle fut pour

lui " le supplice de Tantale; „ bien plus, qui le croirait, il fut deux ans " tourmenté par la nostalgie de l'Ararat „, dont le nom le fascinait " comme un son magique. „

Commencée avec pareil enthousiasme, cette expédition ne fut pourtant que " l'amère épreuve d'un désir inassouvi et d'une présomptueuse entreprise déjouée. „ Le hardi explorateur se vit à deux doigts de la mort, et il ne put, moins heureux que d'autres dont les lauriers hantaient ses rêves, atteindre la cime de l'Ararat, dont il lui fallut redescendre " avec le regret de Moïse sur la montagne. „

A ce simple aperçu de la tentative de M. Leclercq, les friands de récits dramatiques ont déjà entrevu l'intérêt que leur réserve cette histoire de l'ascension de l'Ararat. De vrai, eux ne seront point déçus, et le livre les sert à souhait. Mais, on le conçoit, pour nous l'intérêt du *Voyage au mont Ararat* n'est point là, et s'il n'y en avait point d'autre, nous n'aurions point osé présenter cet ouvrage aux lecteurs d'une revue savante.

Laissons donc les aventures et parlons des choses que M. Leclercq nous apprend tout le long de sa route. Aux ethnographes il faut signaler les pages sur les Malokans (pp. 13-14), l'étude approfondie sur les Kourdes (pp. 201-217) et les Iésides (pp. 217-222), et les curieux aperçus sur les Arméniens (pp. 280-287). On lira avec très grand intérêt le chapitre intitulé : *Un peuple sans patrie* (pp. 288-298); c'est l'histoire, esquissée à larges traits sans doute, mais exacte jusque dans les derniers détails, de la dispersion des fils de Haïk. La question arménienne, c'est-à-dire la triste situation des Arméniens dans l'empire ottoman, inspire à M. Leclercq des pages émues, où, sans méconnaître une part de vérité dans certaines appréciations peu favorables aux Arméniens, il rétablit les responsabilités de chacun et demande qu'à l'oppression présente succède enfin l'ère de la justice.

Mais revenons à l'Ararat. Avant d'y monter, il faudra lire les pages brillantes dans lesquelles M. Leclercq décrit la " vision de l'Ararat, „ une des plus grandioses apparitions dont il lui ait été donné de jouir dans sa vie de voyageur.

Au chapitre suivant, l'érudit a remplacé le poète et nous donne une dissertation très complète sur la question traditionnelle de l'arrêt de l'arche de Noé sur l'Ararat.

Les naturalistes trouveront d'intéressants détails sur la flore et la faune de l'Agri dagh dans le chapitre VIII. D'origine volcanique, l'Ararat ne semble cependant avoir eu aucune éruption

dans les temps historiques, si l'on excepte la catastrophe qui en 1840 détruisit le beau village d'Arguri avec le vieux couvent de Saint-Jacques.

Jusqu'en ce siècle, la montagne de Noé passait pour être inaccessible, et les Arméniens ont tout fait pour perpétuer cette légende. Toutefois, il faut bien l'avouer, si l'Ararat n'est pas absolument infranchissable, son ascension présente de très grandes difficultés. Sans parler des dangers que prépare le mauvais vouloir des Kourdes, il y a la distance énorme de la base à la cime, la difficulté de franchir les coulées de lave, la raréfaction de l'air et le froid excessif. M. Leclercq refait l'histoire des explorations de l'Ararat depuis celle de Parrot en 1829 jusqu'à celle de Markov en 1888. Puis il raconte la sienne. Le hardi voyageur fut vaincu par le mal des montagnes, et il dut s'arrêter à l'altitude de 4760 mètres. Il lui restait seulement 440 mètres environ pour atteindre le point culminant.

Nous avons donné une idée succincte du beau livre de M. Leclercq; mais nous l'avons malheureusement décoloré par cette sèche analyse. Le lecteur voudra faire davantage et se rendre compte par lui-même des vivantes impressions de cet intéressant et instructif récit de voyage.

J. G.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE.

L'époque glaciaire; ses causes. — La recherche des causes qui déterminèrent les grands phénomènes glaciaires des époques tertiaire et quaternaire exerceront longtemps encore la sagacité des géologues. M. Stanislas Meunier pense qu'on en trouvera l'explication définitive dans les causes actuelles. S'il n'y a plus de glaciers dans les Vosges, c'est, dit-il, que ces montagnes s'étant abaissées par l'effet des érosions dues aux glaciers quaternaires, ont fini par ne plus atteindre l'altitude nécessaire à l'entretien des glaciers. Ainsi, dans les Alpes, les glaciers ont pénétré dans les massifs rocheux à la manière d'une scie entrant dans une pièce de bois (1).

M. Henri Lasne (2) suppose qu'aux temps géologiques qui ont précédé l'époque quaternaire, notre planète était enveloppée d'une atmosphère épaisse qui isolait sa surface et la protégeait contre le rayonnement direct. Au début de l'époque quaternaire, cet état de choses se serait modifié brusquement par une déchirure qui s'ouvrit au pôle dans le voile nuageux et se propagea rapidement. La surface terrestre pouvait rayonner librement

(1) Académie des sciences de Paris, séance du 7 décembre 1891.
(2) Annuaire de la Société météorologique de France, 1891.

vers les espaces célestes. Un refroidissement notable s'ensuivit, accompagné de précipitations abondantes sous la forme de pluie et de neige. La température encore élevée des eaux marines favorisait l'évaporation. — Cette ingénieuse théorie n'explique pas les périodes glaciaires successives.

Glaciers éocènes en Suisse (1). — Le flysch est une formation marine datant de l'éocène supérieur, constituée par des grès et des brèches où l'on trouve des blocs énormes. Elle s'étend tout le long des Alpes, et paraît devoir son origine, d'après M. Renevier, à des glaciers éocènes qui descendaient, comme ceux du Groenland, dans des fjords de la mer du flysch. Le savant géologue pense que les glaciers des Alpes restèrent confinés dans la région montagneuse jusqu'à l'époque pliocène. C'est alors seulement qu'ils envahirent les plaines. Les oscillations constatées sur leurs limites extrêmes n'ont laissé aucune trace dans l'intérieur des massifs alpins, qu'ils paraissent avoir occupé d'une manière plus ou moins stationnaire.

Les glaciers actuels (2). — M. Rabot a pénétré sous une des branches du glacier Svartis, en Laponie, et y a recueilli des observations intéressantes. La moraine profonde renferme uniquement des matériaux provenant de la surface, par les crevasses. Il n'y a pas de pierres arrachées par la glace en mouvement au sol sur lequel elle chemine. Les moraines renferment non seulement des blocs anguleux, mais des cailloux roulés en abondance. Les glaciers ne creusent pas le sol; ils refoulent seulement les dépôts meubles de la surface, dans leurs mouvements de progression.

L'homme et les volcans d'Auvergne (3). — MM. Paul Girod et Paul Gautier ont annoncé à l'Académie des sciences la découverte, dans la carrière de la Brenne, qui s'enfonce sous le flanc E. N. E. du volcan de Gravenoire, d'un squelette humain situé dans une couche non remaniée de cendres noires à $5^{m},80$ de profondeur. On rappellera peut-être, à cette occasion, l'opinion

(1) Renevier, *Monogr. des Hautes-Alpes Vaudoises.*

(2) Association française pour l'avanc. des sciences, session de Limoges 1890.

(3) Revue mensuelle de l'École d'anthrop. de Paris, 1re année, 15 juillet 1891, p. 223.

de quelques auteurs qui, s'appuyant sur des textes de Sidoine Apollinaire et de saint Avit, prétendent que les volcans d'Auvergne étaient encore en pleine activité au ve siècle de notre ère. M. Salomon Reinach a montré que ces textes avaient été mal traduits, et qu'il n'est question ni dans l'un ni dans l'autre d'éruptions volcaniques, mais des fréquents incendies qui ensevelissaient sous une montagne de cendres les sommets branlants des maisons, *caducas culminum cristas.* Concluons, avec M. Reinach, que les éruptions volcaniques du ve siècle sont un roman géologique dont Sidoine Apollinaire n'est pas l'auteur (1).

L'Homme tertiaire américain (2). — M. le Dr Trouessart, après avoir passé en revue, dans un substantiel mémoire, ce qui a été publié sur les singes fossiles du nouveau et de l'ancien continent, constate que l'histoire paléontologique des primates a fait depuis quelques années des progrès considérables et qui jettent un grand jour sur l'évolution de ces mammifères. Mais les nombreux documents mis au jour ne nous apprennent rien sur l'origine de l'homme et l'époque de son apparition à la surface du globe.

L'Amérique méridionale, et particulièrement le sud du Brésil et le territoire Argentin sont au nombre des pays les plus riches en débris de l'homme primitif. On a trouvé l'homme quaternaire dans les cavernes de Somidouro, au Brésil, à Cordoba, dans la vallée de Rio Negro (République Argentine).

On a recueilli des traces de l'homme dans des couches plus anciennes encore, que MM. Doering et Ameghino considèrent comme pliocènes et même miocènes. Ce sont d'abord des dents humaines, associées à des ossements d'animaux travaillés et brûlés, à des traces de foyers et à des fragments de terre cuite, provenant de l'étage ensenadien ou pampéen, qui serait le pliocène inférieur de M. Ameghino.

A Monte Hermoso, dans l'étage araucanien, que M. Doering rapporte au miocène, on a rencontré le squelette fossile d'un *Macrauchenia antiqua,* dont un des os est pénétré par un éclat de quartz qui paraît taillé intentionnellement. Sur ce document unique, on a érigé l'hypothèse de l'homme miocène américain.

M. Steinmann, professeur à l'université de Fribourg, com-

(1) Revue archéologique, 1891.
(2) L'Anthropologie, 1892, p. 257.

parant la géologie de l'Amérique du Sud à celle de l'Europe et de l'Amérique du Nord, a contesté ces déterminations géologiques.

Le sub-pampéen ou miocène supérieur de M. Ameghino représenterait la dernière période glaciaire, c'est-à-dire le quaternaire récent.

Le pampéen (pliocène de M. Ameghino) serait l'équivalent du loess interglaciaire de l'Europe.

L'araucanien (miocène de MM. Doering et Ameghino) correspondrait à la grande période glaciaire.

La comparaison des faunes mammalogiques, si bien étudiées par M. Ameghino, confirme ces conclusions de M. Steinmann. En effet, entre la faune de la formation patagonienne (oligocène) et celle de la formation araucanienne, on constate une différence plus tranchée que celle qui devrait exister entre deux périodes se suivant d'aussi près, si l'araucanien représentait réellement le miocène.

D'après M. Steinmann, les périodes glaciaires de l'Amérique du Sud seraient contemporaines de celles de l'Europe.

Le terrain quaternaire du Nord (1). — M. Ladrière a publié dans les *Annales de la Société géologique du Nord* de belles études stratigraphiques sur le terrain quaternaire du nord de la France et de quelques parties limitrophes de la Belgique. Elles embrassent la Hesbaye, les environs de Tournai, les collines des Flandres, la région comprise entre la Sambre et l'Escaut, le plateau de la Sambre, la vallée de l'Oise, le pays entre l'Escaut et la Somme, les vallées de la Somme et de la Seine. On peut juger par cette énumération de l'étendue et de l'importance des recherches de M. Ladrière. Ne pouvant analyser un si grand nombre d'observations, je me contenterai de résumer les conclusions de l'auteur.

Le terrain quaternaire du nord de la France présente, d'après M. Ladrière, trois périodes de formation. Chacune de ces périodes est formée par une série de dépôts, qui constituent trois assises géologiques, séparées par une discordance de stratification.

L'assise supérieure renferme de haut en bas : un limon brun rougeâtre ; un limon fin jaune d'ocre, qui est l'ergeron des géologues belges ; un lit de gravier formé de silex éclatés, de galets tertiaires. On trouve parfois à ce niveau des silex taillés du type *moustérien*.

(1) Annales de la Soc. géolog. du Nord. T. XVIII, p. 93, et t. XIX, p. 339.

L'assise moyenne commence par un limon gris à succinées ; au-dessous on rencontre, quand la série est complète, un limon fendillé, puis un limon doux jaunâtre; un limon grisâtre panaché de veines jaunes ; puis, à la base, une couche de gravier formée de galets tertiaires, de silex éclatés et usés ; d'autres assez volumineux, peu roulés. On y voit, à l'état remanié, des débris d'*Elephas primigenius,* d'*Hyæna spelæa,* etc.

L'assise inférieure est formée d'abord de limon noirâtre, tourbeux, à succinées, puis de glaise verdâtre ou bleue, avec débris de végétaux, silex éclatés et succinées; vient ensuite un sable grossier, argileux, verdâtre, renfermant quelques éclats de silex ; puis à la base, le gravier inférieur formé de sable grossier et de blocs assez volumineux de roches provenant des bassins des cours d'eau. C'est le gisement ordinaire de l'*Elephas primigenius* et du *Rhinoceros tichorhinus.* On y trouve parfois des instruments chelléens.

Telle est la succession des couches observées par M. Ladrière quand les dépôts sont complets, ce qui est assez rare. Forment-elles réellement trois niveaux stratigraphiques distincts, comme le pense l'auteur? M. d'Acy a formulé déjà, dans la *Revue* (1), des réserves auxquelles je m'associe tout à fait. L'assise moyenne ne diffère pas sensiblement de l'assise inférieure. Elle est formée surtout d'argile à succinées, qu'on retrouve au sommet de l'assise inférieure. La mince couche de gravier qui les sépare peut être un simple accident de stratification. La faune de l'assise inférieure, où l'on trouve l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhinus,* ne représente pas le quaternaire le plus ancien caractérisé par l'Éléphant antique et le Rhinocéros de Merck. Dans la vallée de la Somme, dans celle de la Seine, il y a un quaternaire plus ancien que celui qu'a signalé M. Ladrière. On y trouve mêlés les types chelléens et moustériens. On ne peut pas dire par conséquent que l'un de ces types soit plus ancien que l'autre. Enfin les discordances de stratification n'indiquent pas nécessairement deux époques différentes. Elles peuvent résulter de simples variations dans le débit des cours d'eau.

Dans une note plus récente *Sur la constitution géologique du terrain quaternaire des environs de Mons* (2), M. Ladrière établit que l'assise inférieure à Quiévy, l'assise moyenne à Spiennes,

(1) Numéro de juillet 1891, p. 139.
(2) Bulletin Soc. géol. du Nord, t. XX, p. 22.

l'assise supérieure à Mesvin, renferment les mêmes types de silex taillés. A Mesvin, l'assise supérieure renferme en outre la forme que M. Ladrière donne ailleurs comme caractéristique de l'assise inférieure. D'ailleurs l'auteur ajoute : " Comme je ne m'occupe guère que de stratigraphie, je reconnais volontiers que les documents, silex taillés et débris d'animaux que j'ai recueillis moi-même dans les tranchées, sont encore insuffisants pour décider d'une façon certaine si mes assises, dont l'existence ne peut être mise en doute, ont également leur forme et leur industrie particulière. Ainsi se trouvent justifiées les réserves de M. d'Acy.

Les inondations de l'Ardèche (1). — M. Boule a mis en lumière les effets de simples variations dans le régime des cours d'eau, en décrivant ce qu'il a vu dans la vallée du Lignon (Ardèche) après une grande inondation. La pente du cours d'eau est de 16 millimètres par mètre. Entre la Souche et Jaujac, tout le fond de la vallée a été rempli par une formation alluviale de plus de 10 kilomètres de long, sur une largeur de 100 à 400 mètres. Cette alluvion est constituée, suivant les points, par du sable, du gravier, des blocs roulés, dont quelques-uns atteignent des dimensions colossales. L'un d'eux aurait cinq mètres de long et 2 mètres dans les deux autres dimensions, soit 20 mètres cubes. " Sur une même coupe, dit M. Boule, on peut voir une telle différence entre les diverses couches, au point de vue de la grosseur des éléments, qu'un géologue ignorant courrait le risque d'invoquer des régimes climatériques différents; d'autant plus qu'il observerait des ravinements de couches les unes par les autres, qui lui rappelleraient ces ravinements auxquels d'habiles préhistoriens font jouer un si grand rôle dans les gisements classiques des vallées de la Somme et de la Seine. „ Tout cela est cependant le résultat d'une seule crue.

Le quaternaire moyen en Belgique (2). — Il existe depuis longtemps au muséum d'histoire naturelle de Bruxelles des ossements d'Éléphant antique, de Rhinocéros de Merck et d'Hippopotame, provenant des travaux militaires d'Anvers. Mais le gisement de ces ossements, qui appartiennent au quaternaire moyen et inférieur, n'avait pas été déterminé scientifiquement, et jusqu'à présent les alluvions quaternaires connues en

(1) L'Anthropologie, t. I, 1890, p. 766.
(2) Annales de la Soc. géolog. de Belgique, t. XVIII. Bulletin, 1891.

Belgique s'arrêtaient au niveau de l'*Elephas primigenius,* qui est plus récent et représente le quaternaire supérieur. M. Delvaux a donc comblé une lacune importante dans le quaternaire belge en signalant l'*Elephas antiquus* dans les alluvions de Mesvin. Ces alluvions, formées de sables éocènes remaniés, supportent le quaternaire à *Elephas primigenius.* Elles renferment des silex grossièrement taillés que M. Mourlon a fait connaître sous le nom de types mesviniens. C'est l'équivalent stratigraphique du chelléen français ou quaternaire moyen.

La grotte de Chéna (1). — Cette grotte, située à 9^{m}, 50 d'altitude au-dessus de la Méhaigne, a fourni à M. Tihon, son habile explorateur, une stratigraphie intéressante où l'on a relevé six niveaux successifs. La zone inférieure renfermait la faune du quaternaire supérieur : Cheval, Hyène, *Bos primigenius,* Mammouth, Rhinocéros, Ours, et silex taillés du type chelléen. Au-dessus les fouilles ont mis au jour deux pointes moustériennes et différents outils en silex. A la surface, on a rencontré le néolithique.

Le remplissage des cavernes (2). — Les géologues anciens ont exprimé des vues assez différentes sur le mode de remplissage des grottes à ossements. Mais ils sont à peu près d'accord pour faire jouer un grand rôle aux courants diluviens, ou tout au moins aux grandes inondations. M. Boule, s'appuyant sur ses observations personnelles dans les grottes de Reilhac, de Lherm, de Malarnaud, de Gargas, de Mas d'Azil, a combattu cette théorie avec d'excellents arguments. Si l'on trouve parfois dans les cavernes des dépôts d'origine alluviale, ils sont le plus souvent stériles et parfaitement distincts des dépôts ossifères. Ceux-ci doivent leur origine à une formation lente. Ils proviennent d'apports extérieurs, superficiels, sous l'influence du ruissellement, et constituent l'argile à blocaux, plus récente que les dépôts véritablement alluviaux, qu'elle ravine fortement. Cette argile, qui a pénétré lentement dans les grottes, par les fentes et les fissures, est du même âge que la grande masse du lœss.

Gisement quaternaire en Bretagne (3). — Les gisements quaternaires sont extrêmement rares en Bretagne. M. Halna du

(1) Bullet. Soc. d'anthropologie de Bruxelles, t. IX. 1890-91.

(2) Boule. *Notes sur le remplissage des cavernes.* L'Anthropologie, 1892, p. 19.

Fretay a découvert, près du moulin de Keramouster-en-Gengat (Finistère), un gisement de quartzites où se trouvent des formes analogues à celles du Moustier et de Saint-Acheul.

Les crânes néolithiques des cavernes d'Hastières (1). — Les ossements néolithiques des cavernes d'Hastières, étudiés par M. Houzé, présentent des indices céphaliques compris entre 71 et 88, ce qui est une preuve certaine de métissage. On y trouve, en effet, soit des crânes néanderthaloïdes, soit des individus appartenant à la race de Cro-Magnon. Mais c'est la race de Furfooz qui domine. La population actuelle d'Hastières est très mêlée et renferme soit des dolichocéphales blonds, soit des brachycéphales bruns, ces derniers sur les plateaux et les premiers dans les vallées.

La néphrite et la jadéite en Europe (2). — La provenance des hachettes polies en néphrite et en jadéite, fréquentes dans les stations néolithiques, est, comme l'on sait, très discutée. Suivant MM. Desor et Fischer, ces objets auraient été importés d'Orient. M. Bahnson, se ralliant à l'opinion de MM. Damour, Hochstetter, Meyer, etc., les considère comme d'origine européenne et produit les meilleurs arguments en faveur de cette manière de voir. Les aires de répartition des objets en jadéite et en néphrite sont distinctes en Europe. Les hachettes en jadéite ont une forme caractéristique en France et dans l'ouest de l'Allemagne. On a recueilli dans les lacs de Constance et de Neuchâtel des éclats de néphrite, qui prouvent que cette roche a été travaillée sur place. En Asie comme en Europe, la répartition des objets en néphrite et en jadéite varie suivant les régions. Enfin la néphrite d'Europe diffère chimiquement de celle d'Asie. L'hypothèse d'une importation en Europe n'est donc plus admissible.

L'étain celtique (3). — M. Salomon Reinach vient de proposer une hypothèse nouvelle au sujet du mot κασσίτερος, qui est le nom grec de l'étain. On admet généralement que les îles Cassitérides étaient ainsi nommées parce qu'elles produisaient l'étain, dont le vocable grec κασσίτερος viendrait de quelque langue orientale,

(1) Bullet. Soc. d'anthrop. de Bruxelles, t. VIII, 1890.

(2) K. R. Bahnson. *Les Objets de néphrite et de jadéite de l'Europe.* Mém. Soc. royale des antiquaires du Nord, 1889, pp. 413-426.

(3) L'Anthropologie, 1892, p. 275.

comme le sumérien ou le sanscrit. Mais l'étain n'aurait-il pas au contraire tiré son nom de celui des îles Cassitérides? On sait en effet que plusieurs métaux, le cuivre, le bronze, l'argent ont reçu le nom du pays producteur.

En comparant les textes d'Ézéchiel, d'Hérodote, de Strabon, où il est question du commerce de l'étain, M. Reinach établit que les îles Cassitérides ne peuvent être que l'Angleterre. L'étain arrivait de Cornouailles en Espagne et plus tard à Marseille par l'intérieur de la Gaule, puis il était dirigé sur la Phénicie.

Les progrès des études linguistiques ont fait renoncer successivement à chercher l'étymologie du mot κασσίτερος soit dans le grec, soit dans le sanscrit, soit dans le sumérien. M. Reinach, s'adressant aux langues occidentales, est amené à penser, par une série de déductions ingénieuses, que le mot Cassitéride appartient peut-être à un idiome celtique. Les îles Cassitérides voudraient dire les îles lointaines, extrêmes. En effet, Timogène les appelle *insulæ extimæ*. Virgile n'a-t-il pas dit aussi :

Et penitus toto divisos orbe Britannos.

Il y aurait plusieurs conséquences à tirer de cette hypothèse.

La première est que les Phéniciens, dès le VIIIe ou le IXe siècle avant J.-C., auraient trouvé dans la Gaule occidentale des hommes parlant une langue celtique, conclusion contraire aux idées généralement reçues. “ Ainsi tomberait, dit M. Reinach, un des arguments au nom desquels on refuse aux Celtes l'érection des monuments mégalithiques. On en conclurait aussi, malgré le crédit des hypothèses contraires, que tout l'étain méditerranéen, à l'époque de la grande navigation phénicienne, provenait de pays celtiques. „ Il pénétrait même dans l'Inde, et l'on viendrait à se demander si les origines mêmes de la métallurgie ne devraient pas être cherchées dans l'Europe occidentale.

Il est bien possible, en effet, que la connaissance de l'étain et du bronze soit aussi ancienne dans l'Europe occidentale qu'en Asie. Mais d'après ce que l'on sait des anciennes civilisations, il semblerait que la métallurgie du bronze, au lieu de commencer sur un point unique, aurait eu plusieurs centres de dispersion indépendants, l'Europe, l'Asie antérieure et septentrionale, la Chine, etc. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de dire où elle est la plus ancienne. Dans tous les cas, l'hypothèse de l'origine exclusivement asiatique de l'étain dans la haute antiquité est très fragile, et M. Reinach a bien rendu à

l'étain celtique la place que le témoignage des anciens aurait dû suffire à lui assurer. Cette thèse n'est pas nouvelle; mais elle avait besoin d'être confirmée par de bonnes raisons.

L'origine du fer en Égypte (1). — M. Maspero croit retrouver dans les mythes d'Horus l'histoire de l'introduction du fer en Égypte. Le Dieu épervier d'Edfou, Harhouditi, avait pour le servir une troupe d'individus que les textes égyptiens appellent *masniou,* ce qui signifie forgerons. Les masnious sont représentés plusieurs fois dans les bas-reliefs d'Edfou. Ils sont armés d'un poignard et d'une javeline. Ils s'intitulent les ouvriers d'Horus, les piquiers du sire d'Edfou, les braves porteurs de poignards d'Horus, qui se jettent pour achever ses ennemis, dont les javelines portent et percent, etc. Leur caractère de soldats n'est pas douteux. C'était une compagnie de piquiers, à l'époque où le texte d'Edfou fut gravé. Partout ailleurs qu'à Edfou les masnious ou masnitious étaient des fondeurs, des graveurs, des ciseleurs sur métaux.

Dans la légende d'Horus, qui remonte aux siècles antérieurs à l'histoire positive, le dieu est entouré d'une corporation d'ouvriers en métaux, qui ont pour mission, non pas de garder le dieu, mais de travailler de leurs mains pour son culte. Horus est le seul dieu qui ait ses forgerons à son service. Partis du sud de l'Égypte, ils sont remontés ensuite vers le nord.

Or on sait par les voyageurs que les forgerons forment encore actuellement dans l'Égypte équatoriale une caste pourvue de privilèges inviolables. Les chefs en ont toujours auprès d'eux un ou plusieurs, dont ils font leurs compagnons, leurs conseillers et leur escorte continuelle. Il y en a qui, de père en fils, n'ont jamais forgé.

M. Maspero, frappé de ce parallélisme entre la condition des ouvriers métallurgistes d'Horus et celle des forgerons africains, suggère qu'on pourrait se représenter Horus comme étant au début le chef et le dieu d'une tribu travaillant le métal ou plutôt le fer; car Horus est bien réellement un dieu de fer. Il est muni de la pique de fer. Il est la personnification du firmament, que les textes appellent le toit de fer.

M. Maspero conclut que la légende d'Harouditi conquérant l'Égypte avec les masnious serait peut-être l'écho lointain d'un fait réel : l'irruption en Égypte de tribus connaissant et

(1) L'Anthropologie, t. II, 1891, p. 401.

employant le fer, ayant parmi elles une caste de forgerons et apportant le culte d'un dieu belliqueux. Les forgerons auraient perdu peu à peu leur privilège pour se fondre dans le reste de la population. " A Edfou et dans les autres villes où l'on pratiquait le culte de l'Horus d'Edfou, ils auraient conservé un caractère sacré et se seraient transformés en une sorte de domesticité religieuse, les masnious du mythe d'Horus, compagnons et secrétaires du Dieu guerrier. „

La transformation du crâne animal en crâne humain (1). — Partisan de l'évolution, M. le Dr Topinard devait chercher à montrer, organe par organe, comment a pu se produire la transformation de l'animal en homme. L'étude comparée de la forme et du volume du crâne dans la série animale n'est qu'un des chapitres de cette histoire. Il y a deux facteurs à considérer dans l'organe cérébral : le volume et les circonvolutions. Le développement de la boîte crânienne dépend seulement du volume du cerveau, qui augmente progressivement chez les vertébrés depuis les poissons jusqu'aux primates et à l'homme. Presque nul chez le crocodile, dont la face est énorme, le crâne occupe chez l'homme les trois quarts de la tête. M. Topinard voit dans ce fait la caractéristique suprême de l'homme. Le volume de son cerveau, considéré comme signe tangible du perfectionnement de cet organe, est le caractère physique qui mesure le mieux la distance séparant l'homme de l'animal. La forme initiale du crâne est allongée. Le crâne humain était dolichocéphale aux âges les plus reculés de l'époque quaternaire. La forme arrondie est un perfectionnement.

M. Topinard étudie, d'après des coupes disposées en série et conduisant graduellement au type humain, le mécanisme de ce développement. Il passe successivement en revue les rapports généraux de la face avec le crâne ; les cavités cérébrale et cérébelleuse; les parois extérieures; la cloison de séparation du crâne et de la face. " En résumé, conclut-il, tous les changements que nous avons constatés dans la configuration du crâne et de la face, en passant des mammifères aux singes et de ceux-ci à l'homme, s'expliquent par l'action directe ou indirecte du cerveau, augmentant de volume dans toutes ses parties, spécialement à ses deux extrémités antérieure et postérieure, et atteignant son maximum chez ce dernier. „

(1) L'Anthropologie, 1891, t. II, p. 649.

L'intérêt des recherches de M. Topinard est de montrer par suite de quel mécanisme le crâne, dont le plan de structure est le même chez tous les vertébrés, se modifie suivant le volume plus ou moins grand du cerveau, comment le contenant s'adapte au contenu. " Nulle difficulté à la voûte, où les sutures latérales lambdoïde, sagittale et coronale s'écartent, tandis que les os augmentent par leurs bords. La résistance est médiocre encore à l'occipital; elle est plus grande au frontal à cause de ses relations avec les os de la face ; elle est plus grande encore à la base, c'est-à-dire aux corps des vertèbres crâniennes, dont l'un cependant finit par céder. „

Mais faut-il conclure de là que le cerveau des vertébrés ait été doué d'un principe de croissance qui devait un jour vaincre tous les obstacles et le transformer en crâne humain ? M. Jean d'Estienne a répondu à cette hypothèse dans le précédent numéro de la *Revue* (p. 600).—M. Topinard nous invite, en terminant, " à bénir les circonstances qui ont favorisé la lignée des primates et ont amené parallèlement leur cerveau et leur crâne au haut degré de perfection qu'il atteint dans notre espèce. „ Mais ce sont précisément ces circonstances qui nous échappent. Le savant anthropologiste nous permettra, dans notre ignorance, de réserver nos actions de grâces pour Dieu, seul auteur certain de toutes les causes secondes dont les lois sont encore si obscures.

Les dogmes scientifiques (1). — M. Vogt, partisan de l'évolution comme M. Topinard, attaque cependant avec conviction ce qu'il appelle les dogmes scientifiques, professés par certains évolutionnistes. D'après Hæckel, l'ontogénie ou histoire du développement des individus serait la récapitulation de la phylogénie ou histoire du développement des souches organiques. Il y aurait un parallélisme complet entre la série ontogénique et la série phylogénique.

Pour l'affirmer, il faudrait d'abord connaître exactement l'histoire du développement des organismes, c'est-à-dire posséder leurs généalogies complètes et authentiques.

Or M. Vogt montre que si M. Hæckel a pu se donner le plaisir de dresser des généalogies plus ou moins fantaisistes, il s'en faut que les faits les justifient. Ainsi la généalogie de l'homme, qu'on voudrait rattacher aux singes catarrhiniens, est interrom-

(1) Revue scientifique, mai-juillet 1891.

pue au premier anneau de la chaîne. On ne connaît pas de singe fossile qui fasse la transition au genre *Homo.* On ne peut pas davantage rattacher les prosimiens actuels avec les singes actuels, que les prosimiens fossiles avec les singes fossiles ou vivants, et ainsi de suite en descendant la série; aucun lien entre les marsupiaux fossiles et les ongulés ou les prosimiens; aucune souche connue de pro-mammifères.

On cherche généralement à établir la descendance sur des similitudes d'organes. Mais M. Vogt a montré que des organes absolument semblables peuvent se développer dans des organismes divers qui n'ont aucun lien de filiation, par exemple les organes auditifs des méduses et des vers; les yeux des céphalopodes et des vertébrés. Le dogme : " forme identique, donc descendance identique ", dit M. Vogt, ne peut donc se tenir debout.

C'était aussi, il y a deux siècles, le dogme des amateurs de linguistique, alors que la filiation des langues était basée sur de simples analogies verbales. L'étude comparée des systèmes phonétiques et grammaticaux a fait justice de cette erreur de méthode, dont les naturalistes n'ont pas encore su se débarrasser.

A. Arcelin.

ZOOLOGIE.

La ressemblance protectrice dans le règne animal. — Sous le nom de *mimétisme,* on désigne le fait que des animaux possèdent la livrée d'autres bêtes mieux armées qu'eux, ou presentent l'aspect du *substratum* sur lequel ils vivent.

Les anciens naturalistes, tels que Linné et Réaumur, qui connaissaient déjà quelques faits de ce genre, les regardaient comme des exceptions curieuses; aujourd'hui leur universalité est constatée, grâce surtout aux travaux de Murray, Wallace, Bates, Poulton, Élisabeth Peckham, Scudder, Giard, Weismann et Fritz Müller; plusieurs naturalistes belges ont signalé aussi des cas de *mimétisme,* notamment MM. P. J. Van Beneden dans son ouvrage sur *Les Commensaux et les parasites;* Candèze dans sa lecture sur *Les Moyens d'attaque et de défense chez les Insectes;*

Preudhomme de Borre dans *La Feuille qui se transforme en Insecte;* enfin, en Belgique, c'est M. Plateau qui a étendu le plus considérablement nos connaissances dans cet ordre de faits (1).

Sous le nom de *mimétisme,* on a d'abord confondu deux genres d'imitation bien différents. Parfois les animaux, par leur forme, leur coloration et leurs attitudes, ressemblent à s'y méprendre à d'autres animaux d'une organisation interne profondément différente. Wallace réserve le nom de *mimétisme* à cette catégorie de faits; ainsi, " des Serpents inoffensifs portent la livrée d'espèces venimeuses habitant la même contrée; des Diptères, des Coléoptères, absolument incapables de faire le moindre mal, sont armés des bandes alternativement noires et jaunes caractéristiques des Guêpes, dont la piqûre est si douloureuse; des Papillons échappent aux animaux insectivores parce qu'ils portent sur leurs ailes les taches et les dessins propres à d'autres Lépidoptères généralement respectés à cause de leur odeur infecte ou de la saveur nauséabonde de leur chair " (2).

Wallace emploie le terme de *ressemblance protectrice* quand il s'agit d'animaux qui copient des végétaux ou des minéraux (3).

Le travail que nous analysons est restreint à la ressemblance protectrice ; M. Plateau l'étudie successivement chez les animaux de la mer, du désert et de la forêt.

1. *La mer.* — La mer des Sargasses, constituée par d'immenses prairies d'algues flottantes, est habitée par une faune riche et variée; beaucoup des animaux qui y passent toute leur vie reproduisent les teintes et les accidents de coloration des algues.

Un Poisson, par exemple, *Antennarius marmoratus,* a la tête, le

(1) Voir les publications consacrées jusqu'à présent par M. Plateau au mimétisme :

1° *La Ressemblance protectrice et le mimétisme chez les Araignées,* résumé d'un travail d'Élisabeth Peckham paru dans le NATURALISTE, octobre-novembre 1889 ;

2° *La Ressemblance protectrice chez les Lépidoptères européens,* IBID., novembre 1891 ;

3° *La Ressemblance protectrice dans le règne animal,* lecture faite à la classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, 1892.

(2) Plateau, *La Ressemblance protectrice dans le règne animal,* p. 4.

(3) Depuis trois ans, M. Plateau rassemble, pour le musée de l'Université de Gand, une collection de cas de mimétisme ; les animaux, convenablement préparés et dans leur attitude naturelle, sont accompagnés des animaux qu'ils copient, s'il s'agit de mimétisme vrai, ou sont placés au milieu d'un petit groupe de feuillage, de mousse, d'écorce, etc., suivant l'objet imité, s'il s'agit de ressemblance protectrice.

dos et les flancs garnis de tentacules qui, joints aux nageoires découpées, lui donnent de la ressemblance avec un faisceau de lanières végétales; en outre, sa peau, maculée d'un grand nombre de taches, offre les tons colorés des sargasses.

Si l'on jette un de ces Poissons " un peu au large de la masse des varechs où il a été pris, on le voit donner les signes d'une inquiétude extrême et nager avec rapidité vers le paquet d'algues le plus voisin. Il se glisse, comme l'a dit M. A. Milne Edwards, à travers les rameaux avec une telle adresse et une telle rapidité que souvent, en un instant, il disparaît et devient introuvable " (1).

Les autres habitants des sargasses, jusqu'aux plus infimes, utilisent aussi des moyens de dissimulation du même genre.

Les mers tropicales et subtropicales fournissent également de nombreux exemples de ressemblance protectrice.

On en trouve aussi beaucoup chez les animaux des côtes de Bretagne ou du Pas-de-Calais. Là, dans les grandes prairies de zostères vertes, vivent des Poissons d'un beau vert d'herbe.

Un petit Mollusque gastéropode, *Lamellaria perspicua,* a une teinte grise avec des ponctuations blanches, brunes ou noirâtres, du moins quand il est fixé sous les pierres; les individus qu'on trouve implantés sur un Tunicier, *Leptoclinum fulgidum,* sont au contraire d'un beau rouge uniforme, comme leur support; quand il se tient sur une espèce voisine, notre Mollusque est jaune chamois avec des taches plus sombres qui simulent les ouvertures buccales et le cloaque commun de ce Tunicier.

Inspectons, à marée basse, les dépressions pleines d'eau qui parsèment la grève : au début, surtout quand on est novice, on y remarque seulement quelques Annélides tubicoles, des Anémones de mer, des colonies d'Hydroïdes, et les jeunes naturalistes sont tentés d'accuser la pauvreté de la faune; mais si l'on redouble d'attention, on reconnaît bientôt la présence de nombreux animaux qui avaient d'abord échappé grâce à la transparence cristalline de leur corps; en outre, certains autres sont marqués de petites taches de pigment qui permettent de les confondre avec le sable ou le gravier.

Un Poulpe vient-il à être déposé sur la grève, pendant les basses eaux, il saisit habilement à l'aide de ses bras de petites pierres qu'il amasse sur son dos, et en deux ou trois minutes il devient méconnaissable.

(1) Filhol, *Expédition du Talisman.*

De nombreux Crabes se recouvrent de Spongiaires, d'Ascidies, de touffes de Bryozoaires et d'Algues; ils se confondent ainsi totalement avec les roches revêtues d'un mélange identique. De tout petits Céphalopodes, les Sépioles, savent très bien faire varier la coloration de leur peau d'après celle du fond au-dessus duquel ils se tiennent.

M. Plateau laisse de côté la faune du littoral belge, qui est trop pauvre; mais pour prouver combien sont nombreux les cas de ressemblance protectrice chez les animaux marins d'une région peu éloignée de cette côte, il a dressé une liste de cas, choisis parmi les mieux caractérisés, observés dans la faune du littoral du Pas-de-Calais; il s'est servi, pour cela, des documents publiés par M. Giard, directeur du laboratoire de Wimereux; cette liste, nécessairement incomplète, comprend plus de 30 exemples. En voici quelques-uns :

Lucernaria octoradiata (Cœlentéré); en général *rouge* sur les algues rouges; mais on trouve des individus *verts* fixés sur les algues vertes.

Virbius viridis (Crustacé); *vert* parmi les ulves, *brun* dans la région des *Fucus, rouge* dans la zone des *Rhodinemia*.

Nerophis lumbriciformis (Poisson); rouge, habite les touffes d'une algue rouge.

2. *Le désert.* — Sur toute son étendue il ne présente qu'une couleur, celle du sable; de loin en loin seulement, dans les oasis le vert uniforme des dattiers vient faire diversion.

Tous les habitants du désert, depuis les Mammifères juqu'aux Invertébrés, possèdent des teintes qui se rapprochent de celles du terrain; leur livrée est grise, jaune pâle, isabelle, etc.; le rouge, le vert, le bleu n'y figurent pas.

Le Fouette-queue, Lézard qui habite le désert, change de teinte suivant qu'il se trouve dans un endroit obscur ou qu'il est exposé au soleil; dans ce dernier cas, il se donne une robe d'un blanc jaunâtre parsemée de petites ponctuations, ce qui le fait ressembler complètement à du sable fin mêlé de petits grains noirs.

A certaines places, notamment dans le creux des vallées, le voyageur rencontre des cailloux; il lui arrivera certainement, à sa grande stupéfaction, de voir tout à coup un de ces cailloux bondir et retomber à quelque distance. L'examen de ces corps singuliers apprend que ce sont en réalité des Insectes orthoptères du genre *Eremobia* et de genres voisins qui copient admirablement l'aspect des pierres véritables au milieu desquelles ils se

tiennent; ils ont le corps trapu, rugueux, et leur coloration grise, marquée de blanc crayeux ou de noir, est toujours la même que celle du terrain.

Le groupe des Coléoptères des déserts est composé de formes noires ou à couleurs obscures; à cause de cette coloration, qui contraste vivement avec celle du sable et par conséquent attire les regards de leurs ennemis, il semble qu'ils doivent être voués à une destruction rapide. Détrompons-nous : ces Coléoptères ont une odeur désagréable et une forme telle que lorsqu'ils font le mort, — et ils n'y manquent pas dès qu'ils sentent l'approche du danger, — ils ressemblent aux excréments des Gazelles, des Chèvres et des Moutons; malgré les apparences premières, ces Insectes recourent donc aussi à la ressemblance protectrice.

Pour observer des faits aussi surprenants, il n'est pas indispensable de se transporter jusqu'au Sahara : nous en trouverons, autant ou à peu près, et d'aussi remarquables, dans les dunes sablonneuses du littoral belge.

Le sol y consiste en un sable d'un blanc légèrement jaunâtre ; çà et là une végétation basse où dominent deux plantes caractéristiques, le hoyat aux feuilles d'un vert pâle et l'argousier au feuillage grisâtre. Les quelques espèces animales qui sont propres à cette zone y sont parfaitement adaptées : le Lapin sauvage et quelques Oiseaux qui nichent par terre ont une coloration grise ; le Crapaud calamite, spécial aux districts sablonneux, est gris avec une bande jaune sur le milieu du dos; veut-il se dissimuler complètement, il rassemble ses pattes, fait suinter des glandes de sa peau un liquide visqueux sur lequel le sable se colle abondamment et le voilà métamorphosé en une motte quelconque. Qui croirait se trouver devant un animal ? Des Coléoptères, des Diptères ont une couleur arénacée; un Orthoptère, l'Œdipode aux ailes bleues, imite fort bien, quand il est au repos, les petits débris ligneux qui parsèment le sable. Les Coccinelles à sept points se rassemblent, à certaine époque, en groupes serrés autour de la tige et à l'aisselle des rameaux de l'argousier ; on croirait alors voir les petits fruits de cet arbrisseau.

3. *La forêt.* — Transportons-nous d'abord à Java, le paradis des zoologistes. Il s'y trouve beaucoup de Serpents, et les espèces arboricoles assez nombreuses qui y vivent sont d'un beau vert de feuillage ; un Lézard, le curieux Dragon volant, présente des couleurs vives et variées qui ont beaucoup d'analogie avec les marbrures des feuilles. Voici un Insecte orthoptère dont le corps

étroit, cylindrique, vert, marqué de joints annulaires, imite un morceau de jeune tige de bambou ; d'autres Orthoptères, des Phyllies, simulent des feuilles, à ce point que, lors de l'exhibition de quelques Phyllies vivantes dans les serres du Jardin d'acclimatation de Paris, en 1867, beaucoup de personnes ne parvenaient pas à les distinguer des feuilles sur lesquelles elles étaient posées.

L'entomologiste qui parcourt les forêts de Java admire un magnifique Lépidoptère aux ailes veloutées ; il veut s'en emparer à l'aide de son filet, mais tout à coup l'insecte s'évanouit comme par enchantement. Voici comment : seule, la face supérieure des ailes est parée de belles couleurs ; la face inférieure, grise ou brune, est parcourue par une ligne médiane principale et des lignes transversales secondaires, et l'ensemble copie très bien une feuille sèche ; quand l'insecte se pose, il a soin, d'après les observations de Wallace, de toujours choisir des végétaux secs ; il relève ses ailes en les appliquant l'une contre l'autre, et le voilà métamorphosé en une feuille morte ; cette transformation se fait avec une incroyable rapidité.

Une Araignée, à l'abdomen d'un blanc pur et aux pattes noires, posée sur une feuille et entourée d'un léger réseau, imite un excrément d'oiseau ; il s'agit, cette fois, non plus de ressemblance protectrice, mais plutôt d'une ressemblance " offensive ".

Dans les troncs d'arbres cariés, le naturaliste trouve des sphères brunes de la grosseur d'un marron d'Inde ; on jurerait que ce sont des fruits ; mais ces prétendus marrons viennent-ils à se dérouler, on se trouve devant de gros Mille-pattes.

Dans les bois de Belgique, nous trouverons des exemples aussi nombreux d'imitation protectrice. Deux couleurs y dominent, le brun et le vert ; ce sont précisément les teintes les plus fréquentes des parties du corps exposées aux regards chez la plupart des animaux de la forêt, du moins chez ceux qui ont recours à l'imitation protectrice. Le procédé leur réussit tellement bien que les personnes étrangères à l'histoire naturelle trouvent la forêt presque déserte, alors qu'en réalité elle abrite des légions d'animaux.

De nombreuses Chenilles nues, qui n'ont ni épines ni longs poils pour faire reculer leurs ennemis, possèdent, en guise de compensation, une livrée brune ou verte ; il y a, en Belgique, au moins 138 espèces de Chenilles qui sont vertes.

Maints Insectes adultes, notamment la vulgaire Sauterelle, sont d'un beau vert ; aussi se confondent-ils parfaitement avec les feuilles ou les herbes.

Quant aux Insectes d'un brun plus ou moins vif ou plus ou moins grisâtre, et qui, posés dans diverses attitudes, imitent des éclats de bois, des feuilles desséchées, des fruits secs ou des brindilles, ils sont littéralement innombrables. *Lithosia griseola,* notamment, quand elle repose au pied d'un arbre, simule absolument une samare de frêne.

Sur les troncs revêtus de lichens, ordinairement gris, se tiennent des Noctuelles dont les ailes supérieures, seules visibles, sont couvertes de dessins indécis, gris sur gris ou noir sur gris. Là encore se promènent des chenilles de Psychides et de Tinéides, protégées chacune par un fourreau à la surface duquel elles fixent des débris végétaux.

Les femelles aplaties des Hémiptères du genre *Lecanium,* fixées sur les feuilles de chêne ou d'orme, tendent dans diverses directions des fils blancs qui ressemblent aux traînées blanches qui accompagnent les excrements des Passereaux ; ainsi se protègent encore d'autres espèces.

En Belgique, comme à Java, il y a des Papillons diurnes qui imitent, au repos, des feuilles mortes ou vivantes ; déjà Lacordaire en signalait, en 1838, dans son *Introduction à l'entomologie.* Nos Vanesses sont ornées de couleurs assez vives au-dessus, mais en dessous elles sont d'une couleur brune plus ou moins foncée ; à l'état de repos total, *torpide,* comme dit Éd. Poulton, les ailes complètement relevées et appliquées les unes contre les autres, elles ne se distinguent plus des feuilles sèches de dimensions analogues. Les Papillons du genre Satyre se cachent de la même façon. L'Aurore peut prendre, quand il est immobile, l'aspect du menu feuillage des achillées, des ombellifères et des cardamines, plantes sur lesquelles il se pose.

Venilla macularia est une Phalène jaune maculée de noir, très commune dans les taillis ; elle copie très exactement les feuilles desséchées de bouleau et de peuplier, pointillées de taches noires ou brunes.

Un Noctuélien, *Gonoptera libatrix,* imite une feuille tombée, à demi rongée et couverte de cryptogames.

La ressemblance protectrice ne suppose pas toujours l'état de repos. Les Ptérophores, papillons aux ailes profondément divisées et paraissant composées chacune d'un certain nombre de plumes, ont le vol assez paresseux ; ils exécutent surtout de courtes excursions de haut en bas et de bas en haut ; ils ressemblent singulièrement alors à des akènes de Composées emportées par le vent.

Nous nous bornons à ces exemples de ressemblance protectrice; ils suffiront sans doute pour que nos lecteurs admettent les deux principes énoncés par M. Plateau : " Le phénomène de la ressemblance protectrice est général; il n'y a guère de formes animales qui, au moins dans une des phases de leur existence, n'aient recours à l'imitation.

„ Dans nos contrées, dans l'Europe tempérée, en Belgique, on rencontre à chaque pas des cas de dissimulation ne le cédant en rien à ceux que nous offre la nature tropicale „ (1).

Ajoutons que ces faits d'imitation sont presque tous complètement inconscients.

Nous ne voulons pas terminer cette analyse sans exprimer le très vif désir de voir paraître bientôt de nouvelles publications du savant professeur de Gand sur le mimétisme et la ressemblance protectrice.

A. Buisseret.

HYGIÈNE

—

De la tourbe comme agent de filtration. — Quelques cas de fièvre typhoïde disséminés dans l'agglomération bruxelloise donnent un regain de faveur à certaines précautions hygiéniques élémentaires, que l'on oublie trop souvent quand l'état sanitaire est normal. Doit-on boire de l'eau filtrée? Doit-on boire de l'eau bouillie? Faut-il s'interdire absolument l'usage de l'eau? Tous les jours le médecin entend poser semblables questions. Cet article n'ayant pas pour but d'indiquer le moyen d'avoir une eau chimiquement pure, mais n'ayant en vue que l'action dépuratrice du filtre, nous dirons que sous ce rapport il faut distinguer dans une eau : 1° les matières étrangères inertes et insolubles ; 2° les microbes ; 3° les substances toxiques qu'ils produisent.

1° La plupart des filtres sont capables d'enlever à l'eau les principes de la première catégorie, et par conséquent de rendre une eau limpide. Malheureusement limpidité n'est pas synonyme de pureté. Une eau limpide peut être une eau très malsaine, et la question de limpidité, toute importante qu'elle soit, n'en est pas moins secondaire.

(1) Plateau, *La ressemblance protectrice dans le règne animal*, p. 48.

2° Quant aux microbes, un grand nombre de filtres, pour ne pas dire tous, les laissent passer. Peut-être faut-il faire une exception pour le filtre en porcelaine. Mais en admettant que tous les filtres arrêtent les microbes au passage, s'ensuit-il qu'ils doivent nous donner toute sécurité? Nous ne le pensons pas. La crasse qui recouvre leur surface de filtration et pénètre plus ou moins leurs mille pertuis microscopiques n'est-elle point un milieu de culture favorable pour un grand nombre de microbes? L'entretien régulier et fréquent du filtre n'est point pratique. Dans les conditions ordinaires, il est difficile de le rendre antiseptique, sans compter que, parmi les moyens capables de produire l'antisepsie, l'emploi d'un grand nombre ne serait pas inoffensif. D'un autre côté la purification d'un filtre ne produit qu'un état d'asepsie fort passager. Dès lors les microbes continuent à donner naissance à des produits solubles capables de traverser le filtre avec l'eau qui les contient; et ce filtre peut devenir ainsi une cause de souillure.

3° Certaines substances toxiques engendrées par les microbes échappent donc à l'action du filtre, absolument comme le médicament traverse le papier filtre du pharmacien. Que peut le filtre contre un principe dissous? Si, grâce à sa composition ordinaire, il était capable de le détruire, n'aurait-il pas en même temps la propriété d'altérer le liquide qu'il doit seulement purifier? Ces diverses considérations nous empêchent donc d'ajouter une foi aveugle aux prétendus avantages des filtres en général.

J'en viens cependant à signaler un nouvel agent de filtration dont l'action serait remarquable, si l'expérience la confirme. Il s'agit de la tourbe et en particulier de l'action qu'elle exerce sur l'eau d'égout et les déjections animales (1). D'après MM. Monari et Pagliani, " la tourbe *absorbe* les matériaux organiques des excréments et de l'urine, même l'urée, et les *décompose* en les oxydant sans perdre son pouvoir absorbant; elle arrête les fermentations putrides, absorbe les gaz. Dès qu'elle est saturée, elle laisse passer l'urée ou d'autres produits azotés; mais dès qu'on la dessèche, elle récupère son privilège de filtration ". Espérons que la tourbe tiendra ses promesses.

De la contagiosité du cancer. — La démonstration expérimentale de la contagiosité du cancer n'est pas établie. D'après de récents travaux, il semble même qu'elle soit très douteuse.

(1) *Annales de la Société médicale chirurgicale de Liége*, mars 1892, et *Presse médicale belge*, 10 avril 1892.

L'observation clinique, devançant les recherches expérimentales, paraît plaider la transmission du cancer d'un malade à un autre, et peut-être la propagation de cette maladie par l'eau et par le milieu dans lequel vit le cancéreux. Une première remarque à faire dans ce sens est la fréquence du cancer à la campagne. Le Dr Arnaudel (de Cormeilles) cite sous ce rapport certains villages de la Normandie où le cancer se montre avec une intensité qui ne fait que croître, et il pense avoir le droit de rapporter cette propagation aux raisons que nous venons de citer.

Le Dr Rebulet accuse l'eau des mares de favoriser l'éclosion du cancer, tandis que l'eau des citernes n'aurait pas la même influence. Dans une période de 18 mois, il a observé à la campagne trois cas de tuberculose, et onze cas de maladie cancéreuse.

Le Dr Guelliot cite le fait remarquable que voici : Un malade succombe au cancer le 22 novembre 1870. Deux ans et demi plus tard, la veuve meurt à son tour de la même maladie. Une domestique qui avait soigné ses maîtres est emportée huit jours après sa maîtresse par un cancer du sein. Enfin le père de la dame meurt d'un cancer également deux ans après sa fille. Il habitait chez elle. De ces quatre personnes, trois n'ont aucun lien de parenté. Deux sont mortes d'un cancer du rectum, les deux hommes ; les deux femmes, au contraire, d'un cancer du sein.

Est-ce l'eau, est-ce le contact dans lequel ces malades ont vécu qu'il faut accuser ici? Ce que j'ai vu dans ma clientèle me porte à croire que la maladie doit être attribuée au contact. Les deux malades auxquels je fais allusion ne consommaient qu'une eau salubre. Mais c'étaient deux époux. Je ne veux pas insister sur le siège de leur mal pour des raisons que l'on comprendra. Je me contenterai de dire que l'affection cancéreuse contrôlée par différents médecins ne peut être mise en doute.

Le cas rapporté par le Dr Guelliot est tout à fait extraordinaire, tandis que celui que j'ai mentionné l'est beaucoup moins.

En présence de ces faits, que devient l'hérédité dans la genèse du cancer? On ne peut s'empêcher, si pas de la mettre en doute, au moins d'en restreindre l'influence dans bon nombre de cas. Pourtant la question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît à première vue. Si, dans certains cas, la fréquence du cancer semble se rattacher à l'hérédité, surtout à l'hérédité basée sur la consanguinité, dans d'autres, au contraire, la maladie paraît liée à certaines conditions topographiques toutes localisées. Comment

expliquer autrement que, de deux localités peu éloignées l'une de l'autre, la première comptera, comme la ville de Paris elle-même, 1 cancéreux par 1000 habitants, tandis que dans la seconde on en trouvera 2 ou 3 comme en Normandie, et jusqu'à 14 pour 1000 dans certains villages du Soissonnais. Et ces chiffres ne se rapportent point à des années exceptionnelles. Ils appartiennent à des statistiques basées sur des périodes de vingt ans. Nous savons que M. le Dr Manichon, pour le Soissonnais même, invoque l'influence de l'hérédité. M. le Dr Desplous fait de même à propos d'un village des Ardennes. Nous admettons volontiers que leur interprétation est exacte, car beaucoup de malades qui figurent dans leurs statistiques étaient issus non seulement de parents cancéreux, mais encore de parents consanguins. Or certains médecins soutiennent que la consanguinité la plus à craindre, au point de vue de la descendance, est la consanguinité morbide. C'est celle-là qui, d'après eux, transmettrait les défauts, les vices, les tares organiques des parents. Rien d'étonnant, dès lors, que dans les contrées où les mariages entre consanguins sont fréquents, le cancer, comme les autres dégénérescences organiques d'ailleurs, une fois introduit dans une famille, s'y maintienne indéfiniment. Cependant, pour apprécier la part qui revient à l'hérédité consanguine dans la propagation du cancer, il serait intéressant de savoir si la race juive, où les mariages consanguins sont si fréquents, est plus sujette au cancer que les autres. Des statistiques ont été établies dans ce sens, si je ne me trompe, et elles ont dû aboutir à des résultats négatifs. Mais l'étude que nous analysons contient une statistique relative à une commune du département de l'Oise, et qui accuse une mortalité élevée pour le cancer. Dans cette commune, les mariages consanguins ne sont pas plus fréquents que dans les autres; les habitants ne sont point isolés de ceux des communes voisines comme dans certains villages du Soissonnais. Ils sont au contraire aux portes de Paris et entretiennent de fréquents rapports avec leurs voisins. Il est donc très probable que certaines conditions locales favorisent dans cette commune la multiplication du cancer.

Nous disions en commençant que la démonstration expérimentale de la contagiosité du cancer n'est pas établie. Elle ne tardera probablement pas à l'être. Certains fait rapportés dans cet article permettent non seulement de le supposer, mais encore d'y ajouter foi (1).

(1) *Journal de médecine et de chirurgie pratique et d'accouchements*, 15 avril 1892.

Un excellent désinfectant à la portée de tout le monde (1). — Il s'agit de la soude ou carbonate de soude. Ce sel en solution dans l'eau à 1 p. c. permet une désinfection complète de tous les objets, si on les plonge pendant quelques minutes (de cinq à quinze) dans le liquide bouillant. Pour le chirurgien qui veut désinfecter ses instruments, la solution sodique est préférable à tout autre liquide. Non seulement elle agit avec rapidité, mais elle n'altère pas les instruments, comme le font la plupart des autres antiseptiques chimiques ou l'eau bouillante elle-même (par la rouille qu'elle occasionne).

On peut recourir encore à la même solution pour désinfecter les linges ou objets de literie qui ont appartenu aux malades, afin de les dépouiller de tous les germes pathogènes qu'ils peuvent contenir.

Quant aux pièces de pansement, il vaut mieux pour leur désinfection recourir à un autre procédé; car on ne peut les employer à l'état humide, et le temps nécessaire à leur dessiccation à l'air libre leur permettrait de s'infecter de nouveau.

La soude est un excellent antiseptique, disons-nous. En effet, Schimmelbusch a conclu de ses expériences que le staphylocoque orangé et le microbe du pus bleu sont tués en 2 ou 3 secondes dans la solution sodique bouillante. Quant à la spore du charbon, la plus résistante de toutes, elle exige un séjour de 2 minutes dans le même liquide, tandis qu'il faut 12 minutes à la vapeur maintenue à 100 degrés pour le détruire.

Les recherches de Behring confirment celle de Schimmelbusch.

D'un autre côté, les Drs Montefasco et Caro, recherchant le pouvoir antiseptique de la lessive employée dans les lavoirs, et que l'on obtient à l'aide de cendres de bois, ont trouvé que cette lessive méritait d'être placée au premier rang parmi les antiseptiques. En effet, elle demande 5 heures si l'on opère à froid, 6 heures si l'on opère à chaud pour détruire les spores du charbon.

Le lessivage ordinaire, tel qu'il se pratique chez le pauvre et le riche, a donc été pendant longtemps à notre insu le meilleur moyen mis à notre portée pour nous délivrer de nos ennemis invisibles et nous empêcher de propager par le linge la plupart des maladies contagieuses qui nous accablent. C'est une prime précieuse accordée à la propreté.

Il est bien évident que l'emploi de la solution sodique ne

(1) *Revue médicale de Louvain*, 20 juin 1892.

nécessite aucun appareil spécial. Il suffit d'un récipient que l'on ferme aussi complètement que possible, pour éviter l'évaporation du liquide; car cette évaporation tend à le refroidir et change le titre de la solution.

Dr Ach. Dumont.

SYLVICULTURE

Couches ligneuses de printemps et d'automne. — On sait que les arbres de nos climats, végétaux dicotylédonés, forment leur bois par couches concentriques annuelles, dans chacune desquelles on remarque plus ou moins distinctement deux zones également concentriques, dont la première formée, *interne* par conséquent, est appelée *bois de printemps* et commence à se dessiner dès le réveil de la végétation, et dont la seconde, d'un tissu plus serré, est appelée *bois d'automne.* Or il résulte des observations soumises à l'Académie des sciences (1), dans un mémoire dû à un agent forestier qui est en même temps un physiologiste distingué, M. Mer, que la formation de la zone dite d'automne serait plus hâtive qu'on ne l'avait cru jusqu'alors. Il est vrai qu'elle n'apparaît pas simultanément dans toutes les parties de l'arbre; mais dans la tige et les branches elle est généralement entièrement formée dès le 15 septembre; elle s'attarde un peu plus dans la souche et la maîtresse racine, mais sans dépasser, pour son entier achèvement, la fin du même mois. On peut donc dire que, moyennement, elle est entièrement terminée quand commence la saison d'automne et que, par conséquent, c'est *en été* qu'elle s'est constituée. M. Mer propose donc logiquement de substituer à la dénomination inexacte de *bois d'automne,* celle, plus conforme aux faits, de *bois d'été.*

Réserve amylacée des végétaux ligneux (2). — Le même savant forestier avait fait précédemment une autre communication non moins importante à l'Académie des sciences, d'où

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences,* séance du 29 février 1892.

(2) *Ibid.,* séance du 27 avril 1891 (N° 17). Note de M. Émile Mer sur la *Répartition hivernale de l'amidon dans les plantes ligneuses.*

il résulterait que ce n'est point durant l'hiver, comme on l'a cru jusqu'ici, que la réserve d'amidon serait le plus abondante dans les tissus ligneux; ce serait au contraire durant cette saison qu'elle le serait le moins. M. Mer s'est livré à de nombreuses expériences sur des chênes, des hêtres, des sapins, des épicéas et des pins; tantôt au mois d'août, sur le tronc privé de ses branches, séparé de ses racines et abandonné sur le sol, ou sur des rondelles sciées perpendiculairement à l'axe de la tige et également laissées à l'air pendant deux mois; tantôt au mois de juin, par une décortication annulaire à 8 m. au-dessus du pied; tantôt enfin en maintenant immergés dans l'eau et à l'abri de la lumière des fragments de jeunes branches dépouillées de leurs bourgeons et de leurs feuilles. — Dans ces divers cas, l'amidon disparaissait dans un délai variant, suivant les essences, de deux à quatre mois; d'où l'expérimentateur conclut que la résorption de l'amidon doit être attribuée à la combustion respiratoire exercée par les tissus ligneux et libérien depuis le moment où les feuilles ont perdu leur activité assimilatrice jusqu'au début du sommeil hibernal. Tant que persiste un certain degré d'humidité dans les tissus, même isolés, la vie s'y maintient, et il peut arriver que la réserve amylacée soit entièrement résorbée. De même, après la chute des feuilles, le mouvement végétatif et respiratoire se poursuit encore pendant quelque temps; après quoi la distribution de l'amidon reste stationnaire pendant trois mois.

De nouvelles expériences pratiquées par l'ingénieux physiologiste forestier, au début du printemps, il résulte que le phénomène inverse a lieu dès les premiers mouvements de la sève: les parties vertes qui ont le plus contribué, à l'automne, à épuiser la réserve amylacée, la reconstituent alors avec une extrême rapidité; quinze jours peuvent suffire à cette reconstitution. La conclusion du mémoire de M. Mer est qu'il existe, dans la vie des végétaux ligneux, deux phénomènes inobservés jusqu'ici: il y a d'une part, à la fin de l'automne, résorption graduelle d'amidon, et d'autre part régénération de cette substance au commencement du printemps. En sorte que, bien loin que la réserve d'amidon ait son maximum en hiver, comme on le croyait naguère, c'est précisément en hiver qu'elle est le plus faible.

Exploitation des taillis dite " au saut du piquet " (1). — S'il est, dans les conditions ordinaires de nos taillis des climats froids ou tempérés, un mode d'exploitation barbare, contraire à

(1) *Revue des Eaux et forêts*, février 1892. G. DES CHÊNES.

tous les principes et, à la longue, éminemment destructeur, c'est incontestablement l'exploitation *au saut du piquet*. Voici en quoi elle consiste : au lieu de couper les brins de cépée ou rejets de souche à peu près rez terre, taillant ensuite proprement la souche de manière à ce que la surface en soit bien nette et un peu courbée pour empêcher les eaux pluviales d'y séjourner, on procède tout différemment : on coupe les rejets à 60 ou 80 centimètres au-dessus du sol, comme si l'on voulait convertir la coupe à exploiter en un tiré pour la chasse aux perdrix ; de nouveaux ouvriers arrivent derrière les premiers et, munis d'une hache de forme particulière, frappent la souche, entre les étocs ou *piquets* conservés, de manière à ce que la lame de leur outil y pénètre à 8 ou 10 centimètres au plus ; appuyant ensuite fortement sur la partie supérieure des étocs ou piquets l'un après l'autre, ils les séparent violemment de la souche en éclatant celle-ci.

Cependant cette méthode éminemment vicieuse, et dont le résultat le plus clair, dans les climats doux ou froids, est de ruiner les taillis au bout d'un petit nombre de révolutions, cette méthode est employée avec succès dans les taillis d'yeuse ou chêne vert *(Quercus ilex)* de la Provence ; et, qui plus est, elle y est nécessaire pour la conservation même de ces taillis que ruinerait bien vite une exploitation régulière et normale.

Voici l'explication de cette bizarrerie.

Notons d'abord que dès qu'on a fait *sauter le piquet* sur une souche tout entière, laquelle se trouve irrégulièrement sectionnée *entre deux terres,* c'est-à-dire un peu plus bas que le sol environnant, on a soin de la recouvrir de terre, de ramilles, de menus branchages pour la préserver et des ardeurs du soleil, si énergiques dans ce climat, et des écarts de température, si violents en Provence que le thermomètre centigrade y varie quelquefois de 40° en 24 heures. Si l'on exploitait par la méthode ordinaire, les souches que rien ne préserverait de ces vicissitudes climatériques seraient bien vite desséchées et les racines après elles. Exploitées au saut du piquet, entre deux terres, et soigneusement recouvertes, elles sont suffisamment garanties pour donner quelques rejets, peu nombreux à la vérité, mais vigoureux ; et ce qui manque comme nombre de rejets sur chaque souche, se trouve compensé par les nombreux rejets de *drageons* qui surgissent des racines et protègent au bout de peu d'années le sol par un couvert plus épais et plus complet que celui que donnait précédemment la cépée des racines de laquelle ils sont issus.

Tant il est vrai qu'il n'existe pas de règle *absolue* en sylviculture, et que, pour appliquer les principes de la science, il faut toujours et avant tout s'inspirer des circonstances locales judicieusement étudiées, et modifier en conséquence l'application de ce qui peut faire loi partout ailleurs.

Produits forestiers de Madagascar (1). — Madagascar, cette île si vaste que sa superficie dépasse de 60 000 kilomètres carrés celle de la France entière (2), contient d'immenses forêts où l'on pourrait trouver en quantités considérables d'excellents bois de service propres à la charpente et aux industries multiples qui emploient ce produit du sol. Mais il s'y rencontre notamment deux substances spéciales, le *caoutchouc* et le *copal*, sur lesquels il n'est pas sans intérêt d'attirer l'attention.

On sait que le caoutchouc s'obtient par incisions faites sur la tige d'une foule d'essences forestières des pays chauds. A Madagascar, ce sont principalement des arbres de la famille des Apocyniés, tels que *Rancornia speciosa, R. elastica, Willughbeia edulis*, etc., qui fournissent cette précieuse matière. On les trouve un peu partout ; mais ils deviennent rares dans les parties de l'île d'un abord facile, par suite de l'insouciance des indigènes qui coupent par le pied tous les arbres à caoutchouc qu'ils rencontrent, afin d'en extraire la gomme plus aisément, tuant ainsi par paresse la poule aux œufs d'or. On traite alors ces arbres soit par les acides, soit par le sel marin, ou même par le thé, l'absinthe, l'extrait de tamarin. Il serait extrêmement désirable que l'autorité publique prît des mesures pour régulariser cette exploitation et empêcher qu'elle ne tende à la destruction des arbres à caoutchouc.

Le copal est une gomme-résine qu'exsude l'écorce de l'*Elæocarpus copallifera* dans les Indes, et d'un arbre de la famille des Légumineuses, l'*Hymenæa* ou Courbaril. Nous manquons de données sur l'essence des arbres qui la fournissent à Madagascar ; mais ils y sont nombreux et, comme les arbres à caoutchouc, répandus un peu partout dans l'île, quoique ce soient seulement les ports du littoral de l'est qui en fassent l'exportation. Ce produit pourrait acquérir une valeur beaucoup

(1) *Journal of Society of Arts*, cité par le Cosmos du 5 mars 1892, et documents divers.

(2) La superficie de la France entière, Corse comprise, est de 523 500 kilomètres carrés. Elle était de 543 000 avant 1870. Cf. les *Annuaires du bureau des Longitudes*.

plus grande si, n'était la paresse des indigènes, il était préparé et épuré avec le soin voulu.

Nous passons sous silence le miel et la cire qui, bien que se récoltant en forêt dans la contrée, ne sont pas à proprement parler des produits forestiers. Disons seulement que, grâce toujours à la mollesse et à l'incurie des Malgaches qui les récoltent sans aucun soin, le commerce de ces précieuses denrées tend de plus en plus à se ralentir.

Plantations à fleur de terre (1). — Les racines des arbres ont besoin d'air autant que de terre végétale. Voyez les vétérans de nos forêts, ces gros arbres séculaires qui n'étonnent pas moins par leur hauteur que par le diamètre de leur tronc : leurs racines courent à fleur de terre, faisant souvent saillie sur le sol. Au contraire quand, par suite de travaux de terrassement quelconques, des arbres ont une partie de leur tige enfouie dans un remblai, ils s'en vont dépérissant jusqu'à ce qu'ils aient pu se refaire une couronne de racines superficielles; ils reprennent alors vigueur grâce à ce nouvel appareil radiculaire, l'ancien ne fonctionnant plus. La conséquence de ces faits d'observation journalière, c'est qu'il est contraire aux règles d'une saine physiologie d'enterrer profondément les racines quand on plante soit de jeunes brins de 2 ou 3 ans, soit de jeunes arbres déjà formés. Il est bon sans doute de creuser un trou profond afin d'ameublir la terre; mais ensuite il faut y remettre en grande partie la terre qu'on en a sortie, la tasser légèrement, puis y placer le plant en étalant ses racines à plat, et recouvrir celles-ci avec la portion la plus riche en humus de la terre remuée, de manière à former une petite butte autour du collet émergeant légèrement au-dessus du sol.

On ne peut, croyons-nous, que souscrire à ces recommandations très sages, au moins en ce qui concerne les plantations de *printemps,* alors que les fortes gelées ne sont plus à craindre. Quant aux plantations d'automne, il faut avant tout parer à ce que les brins plantés ne soient pas, durant l'hiver, soulevés, déchaussés et même déracinés par les alternatives de gel et de dégel, ce qui ne se produit que trop fréquemment. En pareil cas, mieux vaut encore enterrer les racines un peu plus profondément. Il est vrai que l'on pourrait concilier les deux choses si les circonstances locales permettaient, après avoir planté comme il est

(1) *Rev. des Eaux et Forêts,* février 1892. Ch. Broilliard.

dit plus haut, de recouvrir la petite butte avec de la mousse, des mottes de gazon ou des pierres qui, sans devoir intercepter, la belle saison revenue, le passage de l'air, auraient pour effet de protéger la terre meuble entourant les racines contre les effets successifs de dilatation et de contraction produits par le froid et le dégel.

En tout cas, si l'on doit planter un terrain pierreux, compact, ingrat, le mode qui s'impose est la plantation *en butte,* consistant à placer les racines à même sur le sol naturel et à les recouvrir avec de la terre apportée, celle-ci étant ensuite protégée à son tour par des pierres, des branchages ou autre couverture.

Nous ajouterons, car ici comme ailleurs les extrêmes se touchent, qu'il faut opérer de même dans les terrains humides à l'excès où les racines trop enterrées seraient exposées à pourrir.

La forêt de Soulongis (1). — C'est encore une monographie de forêt dans le genre de celle dont nous avons parlé en octobre dernier (2). De sa plume toujours alerte, enjouée, humoristique, l'auteur fait faire à son lecteur une vraie promenade de touriste, promenade pittoresque et gaie mais en même temps scientifique. C'est, comme pour *Tronçais et Civrais,* un cours de sylviculture ; mais la leçon est cependant différente : car sur les principes généraux qui servent de base à la science des forêts, se greffe, dans l'application, une variété infinie; et, dans cette science expérimentale dont les applications sont si diverses, rien n'est plus propre à frapper l'esprit que de concréter l'enseignement en le faisant ressortir de l'examen même d'une forêt ayant été traitée conformément aux règles de l'art, mais aussi en conformité des conditions locales de végétation, de sol, de climat, toutes choses essentiellement changeantes et obligeant à modifier, en quelque sorte à chaque pas, l'application. Notre auteur est, très sagement, l'adversaire déclaré des changements sans cesse apportés aux aménagements : dans une opération dont les effets ont besoin de 200 à 250 ans pour produire tous leurs effets, comme dans une futaie pleine de chêne, par exemple, il trouve absurde que, au bout de la durée moyenne d'une généra-

(1) *Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France,* octobre-décembre 1891. E. Desjobert, inspecteur des forêts à Montluçon (Allier).

(2) *Les forêts de Tronçais et de Civrais.* Cf. *Rev. des quest. scient.,* octobre 1891, p. 647.

tion humaine, souvent moins, on vienne remanier de fond en comble l'aménagement d'une forêt entière, alors que les coupes principales ont à peine porté sur l'affectation d'une seule période. Il veut qu'on améliore prudemment, sagement, mais sans rien détruire de ce qu'il y a eu de bon dans la manière de faire des devanciers. Il est donc essentiellement et intelligemment conservateur, comme tout forestier digne de ce nom doit l'être, puisque les produits qu'il a à former demandent plusieurs siècles pour arriver à leur complet développement. — (N'y a-t-il que les arbres qui aient besoin d'une direction sagement conservatrice?)

Les données de la culture des bois proprement dites ne sont pas les seules à envisager. Les divers métiers et industries du bois qui s'exercent en forêt ont trouvé place dans la monographie de la forêt de Soulongis, ce qui n'avait pas eu lieu pour celle des forêts de Tronçais et Civrais. Abatteurs, ébrancheurs, fendeurs, sabotiers, scieurs de long, reçoivent tour à tour la visite de l'auteur, qui nous initie non seulement à leur mode de travail, à leur outillage, mais aussi à leur genre de vie, à leur repas frugal, à leur existence ultra-rustique. C'est un commencement d'initiation à la connaissance du *débit* du bois et de la vie primitive et rude du robuste ouvrier de la forêt.

De traits piquants, de mots heureux, de plaisanteries fines et de bon goût, cette monographie est pleine; et le plus souvent un sain enseignement moral se cache sous cette forme enjouée et parmi tant de faits racontés avec entrain et bonne humeur.

De l'espacement des futaies sur taillis et jardinées (1). — Dans les taillis composés, où les arbres réservés pour croître en futaie sont ordinairement des arbres de lumière, on doit viser à ce que les pieds soient suffisamment espacés pour laisser, *entre leurs cimes,* la lumière pénétrer jusqu'au sol et favoriser la croissance du taillis, mais aussi assez rapprochés pour fournir la plus grande somme possible de bois d'œuvre. Sur un taillis s'exploitant à 30 ans, par exemple, l'allongement annuel moyen du diamètre de la cime des réserves étant de 70^{mm} environ, en multipliant ce chiffre par le nombre d'années de la révolution, on aura pour produit la valeur de l'espacement à ménager *entre les cimes,* soit 2 mètres environ, espace qu'on devra évaluer au jugé, en tenant compte de l'état présent et de l'accroissement futur des arbres à réserver.

(1) *Rev. des Eaux et forêts,* novembre 1891. Galmiche.

S'il s'agit des futaies jardinées qui sont généralement composées d'arbres d'ombre, comme le sapin et l'épicéa, par exemple, dont les branches s'allongent d'ailleurs un peu moins que celles des feuillus, on pourra limiter l'espacement entre les cimes à $0^m,50$ ou $0^m,60$ seulement, à la condition de repasser sur les mêmes points tous les dix ans, laps de temps au bout duquel le couvert des grands arbres se sera refermé sur les jeunes sujets. Par ce procédé, on évitera les inconvénients d'un état constamment trop serré dans la consistance des massifs, et l'on favorisera l'accroissement en diamètre des arbres conservés.

Il est entendu d'ailleurs que l'application de cette méthode reste subordonnée à l'observation des principes généraux de sylviculture et de physiologie végétale qui priment tout procédé secondaire.

C. de Kirwan.

MINES.

La Commission autrichienne du grisou (1). — La Commission autrichienne du grisou, nommée par le gouvernement en 1885, a publié, il y a quelques mois, son rapport final, lequel mérite l'attention de tous les ingénieurs qui ont à compter avec le terrible ennemi du mineur. — Il résume, d'une manière très complète, l'état de la question en exposant quels sont, à l'heure actuelle, les moyens et précautions à prendre pour éviter ou amoindrir les explosions de grisou.

Les différents chapitres comprennent :

1. Classification des mines à grisou;
2. Exploitation d'une mine;
3. Aérage;
4. Eclairage;
5. Tirage des mines;
6. Poussières charbonneuses;
7. Recommandations spéciales.

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale.*

La Commission autrichienne comprend, sous le nom de mines à grisou, celles dans lesquelles le gaz se dégage continuellement et depuis longtemps, ne serait-ce que dans certains quartiers de la mine.

Les mines grisouteuses sont divisées en trois classes: les mines peu grisouteuses, les mines moyennement grisouteuses, les mines très grisouteuses. Cette classification repose sur la teneur en grisou et en acide carbonique du courant de sortie d'air, toutes les mines étant ramenées à des conditions moyennes d'aérage (deux mètres cubes d'air par homme et par minute ou 1 $^{m\,c.}$ 500 par minute et par tonne de charbon extrait en 24 heures).

Les mines de la première classe, ou peu grisouteuses, sont celles où le courant de sortie d'air renferme moins de 1 p. c. de gaz, l'acide carbonique étant ajouté au grisou.

Les mines de la deuxième classe, ou moyennement grisouteuses, sont celles où la teneur en gaz est comprise entre 1 et 2 p. c.

Pour les mines de la troisième classe, ou très grisouteuses, le courant de sortie d'air doit avoir une teneur en gaz supérieure à 2 p. c.

Ces bases ne sont pas absolues, car il faut tenir compte de la proportion d'acide carbonique. On ne peut attribuer à ce gaz la même importance qu'au grisou. C'est pourquoi il y aurait peut-être lieu de créer une sous-classe spéciale : celle des mines très peu grisouteuses, où la teneur en grisou du courant de sortie d'air ne dépasserait pas 0,1 p. c.

La Commission estime qu'il n'y a pas lieu d'admettre la division en plusieurs classes des différents quartiers d'exploitation d'une même mine; mais cette division peut exister pour plusieurs mines d'un même groupe, bien que reliées entre elles par des voies de communication souterraines, lorsque ces mines possèdent des courants d'air séparés. Il sera nécessaire, dans ce cas, de laisser, entre deux mines voisines, des piliers de sûreté suffisants, soit en charbon, soit en bons remblais. — Enfin, une mine déjà classée peut passer dans une autre classe, si des modifications viennent à se produire dans son exploitation, au point de vue du dégagement de grisou.

Le rapport traite ensuite des principes qu'il convient d'observer, relativement au grisou, dans la conduite de l'exploitation et la disposition des puits, galeries et chantiers d'abatage. Il faut surtout avoir en vue de régulariser les dégagements, les

rendre inoffensifs et faciliter leur évacuation en dehors des galeries.

La dilution du gaz dans une grande masse d'air frais, à l'aide d'un courant d'air énergique, sera toujours le moyen le plus efficace pour assurer la sécurité de la mine. Celle-ci devra posséder deux puits ou deux issues, l'une servant à l'entrée, l'autre à la sortie de l'air, qui aura une marche, autant que possible, ascensionnelle, pour se rendre du puits d'appel au puits de retour.

La Commission entre dans le détail des précautions à prendre, quant à l'aérage des travaux préparatoires, tels que creusements de puits et beurtiats, travers bancs et galeries en veine.

Pour ce qui est de l'exploitation proprement dite, les précautions diffèrent selon la méthode suivie. Si l'on déhouille par dépilage en retour, on laisse derrière soi des vides qui constituent des réservoirs à grisou. C'est pourquoi il faut avoir soin de laisser et d'entretenir une galerie de retour d'air au-dessus de la partie exploitée, afin d'y éviter la formation d'amas de gaz.

Dans l'exploitation par tailles chassantes ou montantes, il faut veiller surtout à la confection du remblai, qui doit être aussi serré que possible et suivre de fort près les fronts d'attaque.

La quantité d'air exigée pour chaque mine varie selon la classe à laquelle elle appartient : pour la première classe, il convient de donner à chaque homme deux mètres cubes par minute ; pour la deuxième, trois mètres cubes, et quatre pour la troisième. — La vitesse maximum du courant d'air ne doit pas dépasser dix mètres par seconde dans les puits, et six mètres dans les galeries.

La division du courant est très importante, et il est indispensable de posséder et de tenir régulièrement, pour chaque chantier, un plan de l'aérage auquel est joint un registre où sont notés les volumes d'air et l'état barométrique à la surface. — La lampe Pieler est précieuse pour relever fréquemment la teneur en grisou des différentes branches du courant, afin de s'assurer qu'aucune d'entre elles ne dépasse la limite maximum de 1 1/2 p. c. — De plus, il faut faire des analyses permettant de déceler la teneur en acide carbonique et en poussières charbonneuses. Il est établi qu'en présence de celles-ci, des mélanges de grisou, en très faible proportion à peine reconnaissable à la lampe de sûreté, peuvent entraîner des suites désastreuses.

Les moyens d'aérage doivent, autant que possible, être mécaniques, les foyers constituant toujours une cause de danger,

quelles que soient les précautions dont on les entoure. — Tout puits d'air devrait être muni d'un ventilateur de réserve, chaque appareil de ventilation ayant un système de contrôle.

Les grands ventilateurs tournant lentement sont préférables pour les mines larges, et les ventilateurs à petit diamètre et à grande vitesse, pour les mines étroites.

Les mesures relatives à l'éclairage ont aussi une grande importance dans les mines à grisou. Il convient notamment de rendre obligatoire l'emploi des lampes de sûreté dans toutes les mines reconnues comme grisouteuses, sans imposer cependant un système spécial. Les lampes Mueseler, Wolf et Marsaut se sont toutes bien comportées dans les diverses expériences auxquelles elles ont été soumises par la Commission. — Les lampes Pieler sont recommandées pour rechercher couramment le grisou. Elles révèlent la présence de 1/4 p. c. de gaz.

Sans prohiber l'éclairage électrique, la Commission estime que ce mode offre encore bien des lacunes, ainsi que d'autres causes de danger pour les mines à grisou.

Plus encore que l'éclairage, le tirage des mines est l'une des causes principales des explosions. Le remède radical consisterait à l'interdire entièrement dans les mines à grisou. Mais, pratiquement, cette mesure entraînerait des difficultés telles que certaines mines seraient forcément abandonnées, les appareils mécaniques proposés jusqu'à ce jour n'ayant pas donné de résultats assez satisfaisants pour pouvoir se passer des explosifs. — Il faut donc rechercher les moyens de rendre l'emploi de ceux-ci le moins dangereux possible en présence du grisou.

On peut d'abord remplacer la mèche ordinaire par des amorces à friction ou par des amorces électriques ; quant à la charge, on obtient de bons résultats en remplaçant la poudre noire par des explosifs brisants auxquels on mélange des sels hydratés, qui ont pour effet de diminuer la température des gaz de l'explosion et de former autour d'eux une couche isolante. Dans tous les cas, il doit être défendu d'employer, comme bourrage, les poussières de charbon. Celles-ci constituent d'ailleurs une cause de danger par leur seule présence dans le voisinage du point où l'on fait sauter des mines. En suspension dans l'air de la mine, ou amassées à la longue dans les galeries, elles peuvent s'enflammer plus ou moins facilement, surtout avec des mines qui font canon, et particulièrement lorsque celles-ci sont chargées de poudre noire (1).

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, 1886, 2e livraison, p. 669.

La sensibilité des poussières varie selon leur composition chimique et surtout selon leurs propriétés physiques. Ici, comme pour le grisou, l'emploi des dynamites spéciales dont il a été question plus haut est indiqué.

Il convient aussi, principalement pour les mines riches en poussières charbonneuses, de prendre des précautions spéciales qui sont indiquées dans le rapport de la Commission et qui consistent notamment dans l'arrosage des galeries et l'emploi des amorces à friction ou de l'électricité.

Cet intéressant rapport de la Commission antrichienne se termine par des recommandations spéciales relatives à l'organisation du personnel à qui est confiée la surveillance de la mine.

Les ressources houillères du Pérou (1). — Depuis l'époque de sa découverte, le Pérou a toujours été cité pour l'importance et la variété de ses richesses naturelles. On rencontre en abondance l'or, l'argent, le cuivre, le plomb, ainsi que d'autres dépôts minéraux.

La houille y existe aussi en grande quantité, bien que peu exploitée jusqu'ici, par suite des difficultés trop grandes de transport. Ces difficultés sont appelées à disparaître prochainement; les lignes de chemin de fer projetées permettront de tirer parti de ces riches dépôts, où l'on trouve les charbons gras et les charbons maigres dans des conditions avantageuses de gisement.

Les gisements houillers sous la mer en Écosse (2). — Les comtés de Nothumberland et de Durham possèdent un bassin houiller où existent des exploitations importantes et qui a attiré l'attention des ingénieurs dans ces dernières années. Il est en effet démontré, dès à présent, que la mer du Nord recouvre plus de la moitié de ce bassin, celui-ci s'enfonçant très loin vers l'est; le fond n'a pas encore été atteint. — Des galeries de reconnaissance et d'exploitation ont été poussées en divers points sous la mer, même à de grandes distances. On cite notamment la mine de Cambois où la profondeur des galeries d'exploitation sous le niveau de la mer ne dépasse pas 200 mètres.

On se demande à quelle distance les travaux pourront

(1) *Colliery Guardian.*
(2) *Ibid.*

être poussés à l'avenir sous la mer; car si la question du transport peut être résolue sans trop de difficultés, il n'en est pas de même de la question de l'aérage. A ce sujet, on a émis l'idée d'établir des puits d'aérage dans la mer même. Cette idée, à coup sûr, paraît étrange à première vue, et l'on est bien en droit de se demander par quel moyen on pourra réaliser pratiquement semblable installation. Elle n'est cependant pas si récente; elle a été déjà préconisée, il y a quelques années, par M. George Elliot, président du Northern Institute of Mining Engineers. — Quoi qu'il en soit de sa valeur pratique, il n'en est pas moins vrai que la côte orientale de l'Écosse possède sous la mer un gisement houiller très vaste et très riche, qui pourra être exploité par des puits d'extraction et d'aérage situés à proximité de la côte.

Les phosphates de la Floride. — Sous ce titre, M. Victor Watteyne publie dans les *Annales des travaux publics* de Belgique quelques notes intéressantes qu'il a rapportées de son voyage d'exploration. Nous en résumerons ici les points les plus intéressants.

La découverte de ces riches gisements phosphatés ne date que de quelques années. Ils se présentent à l'état de phosphates en roche, formant des poches ou amas irréguliers dans le calcaire sous-jacent, qui appartient à l'éocène supérieur, ou bien aussi à l'état de nodules gisant alors sous les alluvions qui constituent le terrain superficiel de vallées larges et peu profondes.

Le mode de formation de ces gisements est très discuté : certains géologues prétendent qu'ils doivent leur origine à des dépôts de guano qui auraient fourni les éléments nécessaires à la phosphatisation du calcaire sous-jacent. Quoi qu'il en soit, on sera mieux édifié sur la valeur des différentes hypothèses, lorsque ces gisements auront été plus complètement reconnus. Ils se rencontrent principalement dans deux régions : l'une, celle des phosphates en roche, au sud-ouest d'Ocala, localité située vers le centre de la péninsule; l'autre, celle des phosphates en nodules, est située plus au sud, dans les terres voisines de la Peace River.

Les dépôts de phosphates en roche ont une allure très irrégulière, et la nature du minerai est aussi assez variable.

Certaines parties, dures, de couleur blanche ou d'un blanc laiteux quelquefois jaunâtre, sont les plus riches en phosphate

tribasique, dont elles renferment en moyenne près de 80 p. c. C'est le *Rockphosphate,* disséminé en blocs, et d'une manière irrégulière, dans une roche plus tendre ou *Softphosphate,* dont la richesse est moindre. Le phosphate tendre de premier choix renferme 75 p. c. de phosphate tribasique. On estime, d'une manière générale, que les gisements de phosphate en roche renferment 15 à 25 p. c. de *Rockphosphate,* 30 à 45 p. c. de *Softphosphate,* le reste étant composé de matières stériles, sable blanc et argile blanche.

Mais il y a des parties dont la composition s'écarte considérablement de ces moyennes.

L'exploitation des phosphates en roche est encore peu développée. Plusieurs compagnies ont cependant entrepris des travaux; ceux de la Cie de Dunnella sont les plus avancés. On commence d'abord par reconnaître le gisement à l'aide de sondages, de forages et de puits peu profonds; puis on procède à l'enlèvement des terres meubles qui recouvrent le dépôt; on extrait alors la roche phosphatée à la pioche et à la brouette, en séparant autant que possible, dans cette opération, le *Rockphosphate,* le *Softphosphate* et les matières stériles.

Pour les exploitations à une certaine profondeur, on remplace le transport à la brouette par une sorte d'élévateur-transporteur à vapeur dont la disposition ingénieuse permet une notable économie de main-d'œuvre, chose précieuse dans un pays oú elle est encore rare.

Les produits de l'extraction sont classés en quatre qualités :

1° Le *rockphosphate,* renfermant.	76 à 85 p. c.	de phosph.	tribas.
2° Le *softphosphate* de premier choix, renf.	70 à 75 p. c.	„	„
3° Le *softphosphate* de second choix . . .	60 à 69 p. c.	„	„
4° Le *softphosphate* de troisième choix, renf.	50 à 59 p. c.	„	„

Ces diverses qualités sont soumises à la calcination pour les enrichir de 2 à 3 p. c. par l'enlèvement de l'humidité et des matières organiques.

Les gisements en nodules présentent plus de régularité que ceux en roches. On distingue les phosphates de campagne *(Landphosphate),* que l'on trouve en couches d'épaisseur plus ou moins uniforme sous les terres d'alluvion des vallées, et les phosphates des rivières *(Riverphosphate),* que l'on rencontre dans le lit des cours d'eau et qui proviennent sans doute du ravinement des premiers.

L'importance des nodules varie de la grosseur d'un grain de moutarde à celle d'un œuf de pigeon. Ils sont de couleur claire, blancs ou brunâtres dans les *Landphosphates;* la couleur plus foncée, brun ou bleuâtre, des *Riverphosphates* provient sans doute de l'action des matières organiques contenues dans les eaux. La richesse moyenne des deux espèces de dépôt ne s'écarte guère de 65 à 70 p. c.

Plusieurs sociétés ont commencé l'exploitation des phosphates en nodules, dont l'extraction est très facile et peu coûteuse, les moyens mécaniques étant appliqués à l'extraction et à la préparation; car les nodules extraits sont triés et broyés, pour passer ensuite à la calcination dans des fours spéciaux.

Diverses lignes de chemin de fer existent déjà et transportent les phosphates aux ports d'embarquement de Fernandina, de Tampa et de Charlotte Harbor.

Le développement des moyens de transport, de l'outillage et de la main-d'œuvre amènera certainement, à bref délai, l'exploitation, sur une grande échelle, des riches gisements phosphatés de la presqu'île floridienne.

V. Lambiotte.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome CXIV, avril à juin 1892.

N° 14. **A. de Caligny**, né à Valognes, le 31 mai 1811, mort à Versailles, le 24 mars 1892, a publié, pendant plus de soixante ans, d'ingénieuses recherches d'hydraulique, qu'il a réunies en les complétant, dans deux volumes *Sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes oscillantes,* qui ont paru en 1883.

Mallard : L'étude de certains minéraux de l'Arizona permet de démontrer définitivement l'existence du diamant au milieu du fer natif, qu'il soit ou non d'origine météorique. Par là se trouvent pleinement justifiées les considérations si importantes de M. Daubrée sur l'origine du diamant dans les gîtes de l'Afrique centrale.

Lecoq de Boisbaudran : Le spectre du gallium subit de grands changements quand on fait changer la nature de l'étincelle. Comme des changements analogues se produisent, d'une façon plus ou moins remarquable, avec presque tous les corps, il est bien nécessaire de définir les conditions dans lesquelles on a obtenu les spectres électriques.

Horwarth : Chez le *Tetraneura gallarum Ulmi* (et sans

doute chez la plupart des Pemphigiens), la forme bourgeonnante radicicole donne naissance à deux séries de descendants; l'une est la forme sexupare ailée qui, en automne, retourne sur les Ormes et y dépose les sexués dépourvus de rostre, l'autre est une série qui reste aptère et radicicole et se reproduit de la même manière que la forme bourgeonnante.

G. Curtel : La transpiration de la fleur est intense dans le bouton très jeune; elle diminue peu à peu, puis redevient active au moment où le bouton a acquis sa taille maximum et est près de s'épanouir. A partir de ce moment, la transpiration reste très intense jusqu'à la mort de la fleur.

J. Héricourt et Ch. Richet : Par une inoculation préalable de tuberculose aviaire, on peut vacciner les chiens contre la tuberculose humaine et contre la tuberculose aviaire très virulente (Voir aussi n° 23).

N° 15. **Mouchez, Périgaud et Boquet** : De nouvelles déterminations de la latitude de l'Observatoire de Paris (viciées d'ailleurs peut-être par des réfractions astronomiques irrégulières dues au voisinage de la grande ville), ont conduit à la valeur suivante : 48 degrés 50 minutes 11 secondes, mais elles diffèrent de 0,8 seconde de la valeur moyenne plus forte déduite, il y a quatorze ans, par Gaillot, de plus de mille observations dues à des observateurs différents. Gaillot avait déjà signalé une variation assez régulière donnant un minimum en hiver et un maximum en été, avec un écart total de 0,5 seconde, ce qui confirmerait complètement ce que les astronomes allemands croient avoir constaté dans ces dernières années. Les récentes déterminations semblent aussi donner quelque certitude à l'existence de cette variation annuelle, quoique, à vrai dire, il soit plus naturel de l'attribuer à la variation accidentelle des réfractions astronomiques ou de quelque autre élément qui entre dans la détermination de la latitude.

Potier : Contrairement à l'opinion de Carvallo, l'expérience prouve que la transparence de deux lames de tourmaline superposées est égale à celle d'une lame unique d'épaisseur égale à la somme des épaisseurs des deux.

Berthelot : Les conditions de formation et de décomposition de l'acide persulfurique et de ses sels s'expliquent très bien au moyen des principes généraux de la thermochimie.

Chambrelent : La stabilité des dunes de Gascogne n'est assurée que si l'on maintient non seulement les forêts qui les protègent, mais aussi le sous-bois formé par les aiguilles

de pin, les mousses, les petits arbustes qui les tapissent, et la contre-dune artificielle à profil raide du côté de la mer qui empêche le sable d'envahir les forêts et de combler le canal d'assèchement situé au delà des dunes. On ne peut faire aucune culture sarclée sur le revers des dunes sans en compromettre la stabilité.

Dehérain vient de publier un important *Traité de chimie agricole,* écrit dans un esprit à la fois conservateur et progressif, où il étudie successivement la plante, la terre arable, les engrais et amendements.

A. Julien : Le premier point épiphysaire d'un os long apparaît toujours sur son extrémité la plus importante au point de vue fonctionnel.

N° 16. **M. Wolf** a trouvé, par la photographie, une nébuleuse nouvelle de la constellation du Cygne; il a pu aussi obtenir sur ses clichés le tracé de l'orbite d'une petite planète, découverte par la photographie, et celui de l'orbite d'une étoile filante ou d'un bolide.

Bosscha maintient son opinion relative à l'erreur d'environ deux microns et demi dont est entaché le nouveau prototype international du mètre, et renvoie pour les preuves à sa brochure : *Les Équations des nouvelles copies du Mètre des Archives* (Leide, Brill, 1892).

G. Capus : Le loess du Turkestan, qui a un développement et une importance considérables dans cette partie de l'Asie, semble un dépôt périphérique de mer intérieure, sinon de rivage, du moins d'estuaires et de grands courants.

N° 17. **A. de Tillo** : La répartition des terrains occupés par les grands groupes géologiques de terrains est à peu près indépendante de la latitude et de la longitude, sauf pour les sables, les glaciers et les îles coralliennes.

Denza : La photographie de la nébuleuse de la Lyre, non seulement montre à l'évidence qu'elle s'étend bien au delà des données de l'observation directe et prouve qu'elle se prolonge dans le sens de son grand axe, mais, de plus, elle permet de compter et de fixer la position de chacun des points lumineux accumulés avec une densité plus grande dans la direction du petit axe.

N° 18. **Marey** est parvenu à analyser le mouvement des êtres microscopiques par la chronophotographie.

A. Chassy : Lorsqu'on électrolyse une substance quelconque,

il se dégage toujours un équivalent d'hydrogène ou la quantité correspondante du radical électro-positif.

N° 19. **Deslandres** parvient à étudier les protubérances solaires et à suivre leurs variations de forme au moyen de la photographie.

A. Gauthier et L. Landi : On sait que les tissus des animaux continuent à vivre après la mort, en ce sens que, grâce à leur organisation, à leurs ferments solubles, ils transforment leurs matériaux et font disparaître leurs réserves, les remplaçant par des produits de dénutrition qui sont en relation étroite avec ceux qui se formaient durant la vie. Des expériences nouvelles permettent d'aller plus loin et d'arriver à cette conclusion : ce mode de désassimilation constitue le vrai fonctionnement élémentaire autonome de chaque cellule, et ce n'est que secondairement que, pendant la vie d'ensemble, il est excité, complété, continué par l'accession de l'oxygène et par la circulation qui modifient, détruisent et emportent ces produits de dénutrition. (Voir aussi n°s 21, 23, 25.)

A. Prunet. Dans la pomme de terre, les bourgeons voisins du sommet des tubercules s'accroissent davantage, se développent plus tôt et plus rapidement que les bourgeons voisins de la base. Ce développement plus rapide et plus considérable provient de la prédominance, dans le voisinage des bourgeons antérieurs, des matières nutritives de réserve et des principes actifs azotés, et par celle aussi des acides organiques et des sels qui jouent un rôle important dans les phénomènes de la croissance. Les principes immédiats et les substances minérales contenues dans les moitiés antérieures émigrent vers les bourgeons postérieurs, quand on enlève les autres. Il y a donc toujours une relation étroite entre la répartition des principes immédiats et des substances minérales et l'aptitude relative des bourgeons au développement.

N° 20. **P. Schützenberger** a obtenu un carbure de silicium nouveau, dont la composition répond à la formule simple SiC et dont la formation jette un jour nouveau sur la synthèse de l'oxycarbure SiCO et de l'azotocarbure Si_2C_2N.

Guyon est élu membre de l'Académie en remplacement de Richet.

J. Thoulet déduit de certains faits rapportés par Murray et Renard, dans leur Rapport sur les fonds marins provenant de la campagne du *Challenger,* de nouvelles preuves de l'immobilité

des eaux océaniques profondes. Certaines marques arrondies sur un os de baleine dessinées dans cet ouvrage sont sans doute des traces de dents de squales; par suite, on peut admettre la même origine pour des incisions observées par Capellini sur une omoplate de *Balanotus* tertiaire et attribuées parfois à l'action de l'homme.

N° 21. **Berthelot et Matignon** ont déterminé de nouveau avec soin les chaleurs de combustion et de formation de l'alcool éthylique, de l'acide formique et de l'acide acétique. Les chiffres obtenus diffèrent peu de ceux qui ont été admis antérieurement.

P. Schützenberger a trouvé, par un procédé nouveau, que le poids atomique du nickel est 58,6.

De Sparre obtient l'équation approchée d'un projectile dans l'air, par les fonctions élémentaires, dans le cas où l'on suppose la résistance proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse. (Voir aussi n° 22.)

E. A. Martel fait connaître la glacière naturelle du Creux-Percé, à Pasques (Côte-d'Or), où l'on trouve, en tout temps, des stalactites de glace pure et diaphane. Elle a 55 mètres de profondeur, 40 de long sur 20 de large; aux deux tiers de la profondeur, elle n'a plus que 10 mètres sur 5, mais dans le bas, qui est en forme de cloche, elle en a 15 sur 10. C'est sous la strate rocheuse en encorbellement qui produit le rétrécissement du puits que l'on trouve une draperie de glace transparente du côté du nord, formant plusieurs colonnes de 10 à 15 mètres. La glacière est parfaitement éclairée à cause de la verticalité de l'abîme et de la grandeur de l'orifice supérieur. Le 28 mars, la température, au fond, était 1 degré sous zéro, 14 degrés à la surface du sol.

N° 22. **Amsler** est nommé membre correspondant de l'Académie en remplacement de Gilbert.

A. Gaudry : La découverte d'une portion de mandibule de singe à Montsaunès dans la Haute-Garonne, par M. Harlé, prouve qu'à l'époque quaternaire, le singe a vécu au nord des Pyrénées, sans doute à un moment différent de celui où les Pyrénées avaient de vastes glaciers et où il y avait de grandes troupes de Rennes dans la France méridionale.

Werner, G. Rousseau et G. Tite ont découvert et étudié un azotate de chaux basique.

A. Trillat : L'aldéhyde formique a un pouvoir antiseptique

supérieur à celle du bichlorure de mercure; son pouvoir antifermentescible est aussi très grand.

L. Daniel a pu greffer avec succès des Crucifères sur d'autres Crucifères plus fortes ou plus faibles et la nouvelle plante entière a pris la nature du greffon. Il a aussi réussi à greffer des racines, munies de leurs rosettes de feuilles et formant greffon, sur des tiges qui constituent le sujet, autrement dit, il a greffé le système descendant sur le système ascendant.

N° 23. **Brown-Sequard et d'Arsonval** (Voir aussi n°s 20 et 24). Chez les vieillards dont les glandes spermatiques ont notablement perdu de leurs fonctions, des injections de liquide testiculaire peuvent fournir ce qui manque quant à la puissance des centres nerveux. Dans un grand nombre de maladies, la faiblesse peut être combattue avantageusement par des injections de ce liquide. Les cas dans lesquels il a le plus d'efficacité sont ceux de tuberculose pulmonaire, d'ataxie locomotrice, de lèpre, d'anémie, de paralysie, etc. Ce liquide n'agit pas comme excitant ou stimulant; son emploi n'est pas suivi d'une déperdition de forces comme cela arrive pour certains stimulants. — Les extraits liquides d'autres glandes ou viscères, passés au filtre en alumine de d'Arsonval, peuvent d'ailleurs être injectés sous la peau, même en quantité très considérable en pleine sécurité. Des faits expérimentaux, d'accord avec les faits cliniques, montrent la puissance curative d'injections sous-cutanées de liquide thyroïdien dans des cas de graves maladies dépendant de l'absence d'action de la thyroïde.

S. Lie est nommé correspondant de l'Académie en remplacement de Kronecker.

Charcot et Darboux : La prodigieuse mémoire arithmétique d'Inaudi, le calculateur prodige du Piémont (où il est né à Onorato, en 1867), n'est nullement une mémoire visuelle, comme c'était le cas pour Mondeux et d'autres calculateurs célèbres. Inaudi fait appel concurremment aux images auditives et aux images motrices d'articulation : pour retenir les nombres, il faut et il suffit qu'il les entende prononcés par d'autres ou par lui-même. Inaudi est petit ($1^m,52$), robuste, normalement conformé; le crâne, nettement plagiocéphale, présente, en avant, une légère saillie de la bosse frontale droite, et, en arrière, une saillie de la bosse pariétale gauche; à la partie postérieure de la suture interpariétale, on perçoit au toucher une crête longitudinale de 2 centimètres, formée par le pariétal droit relevé; l'angle facial est presque droit (89 degrés); la face est

légèrement asymétrique, le côté droit plus petit que le gauche. La mémoire d'Inaudi est une mémoire moyenne, ou même un peu en dessous de la moyenne, sauf pour l'arithmétique parlée. Ses procédés de calcul sont les procédés habituels du calcul mental : il commence l'addition, la soustraction, la multiplication par les unités d'ordre supérieur; pour ajouter six nombres, il ajoute d'abord le second au premier, le troisième à la somme trouvée, et ainsi de suite. Dans la multiplication, il remplace un facteur tel que 729 par 730 — 1; dans l'élévation au carré, il connaît et applique la règle relative au carré d'une somme. La division, l'extraction des racines et d'autres problèmes plus compliqués sont résolus par tâtonnement.

J. Riban a trouvé de nouveaux azotates basiques de zinc.

P. Parmentier : Les eaux minérales s'altèrent souvent sous l'influence de l'air et des microorganismes; par suite, les effets thérapeutiques des eaux transportées sont différents de ceux de ces eaux prises à la source. En prenant certaines précautions, on peut cependant les embouteiller dans les récipients remplis de l'acide carbonique pur des sources et livrer aux malades une eau identique à ce qu'elle est à la source.

H. Viallanes. Les Huîtres, les Moules, etc., établissent, comme on sait, un rapide courant d'eau entre leurs valves écartées. Des particules que le courant entraîne, les unes sont agglutinées en volumineux grumeaux, par une sécrétion muqueuse du manteau, puis aussitôt rejetées; le autres traversent le tube digestif pour être ensuite expulsées sous forme d'excréments solides. Il en résulte qu'au bout d'un temps très court, ces Mollusques filtrent une quantité d'eau assez considérable. Les Huîtres, les Moules, tous les animaux ayant même genre de vie, notamment les Ascidies, déterminent, par le procédé indiqué plus haut, la précipitation et l'agglutination de toutes les parties organiques ou minérales suspendues dans l'eau et concourent ainsi à la fondation des dépôts marins. L'action d'espèces voisines, dans ce sens, est d'ailleurs très différente; elle varie aussi avec la quantité de matières solides en suspension dans l'eau.

N° 24. **Helmholtz (von)** est nommé associé étranger de l'Académie.

M. d'Ocagne fait connaître une construction élégante du point le plus probable donné par une série de droites non convergentes.

N° 25. **Arloing** : Les filtres à pâte minérale jouissent de précieuses qualités pour leurs applications à l'hygiène, puisqu'ils retiennent plus que les microbes parmi les corps qui peuvent souiller les eaux; mais ils offrent, au point de vue expérimental, de sérieux inconvénients, qui trompent sur les véritables sécrétions microbiennes et rendent les expériences faites avec les cultures filtrées, à des moments et dans des lieux divers, très difficilement comparables. Une bougie Chamberland affaiblit plus ou moins le pouvoir toxique d'un milieu, suivant qu'elle a moins ou plus servi.

Haton de la Goupillière vient de publier le dernier volume de son *Cours d'exploitation des Mines et des Machines* sous le titre *Chaudières à vapeur*, où il essaie de faire connaître le plus complètement possible l'état actuel de nos connaissances sur ces redoutables engins.

P. Brouardel : La Conférence sanitaire de Venise a adopte des mesures efficaces de désinfection des passagers et des navires suspects pour empêcher le choléra de pénétrer en Europe par l'isthme de Suez.

J. Riban : La plupart des eaux réputées ferrugineuses, telles qu'elles sont conservées pour la consommation, perdent ou la totalité ou la majeure partie de leur fer qui se précipite, et la petite quantité qui reste en dissolution s'y trouve à l'état ferrique. Elles ne peuvent donc pas être envisagées comme un reconstituant ferrugineux.

N° 26. **O. Bonnet** est mort le 22 juin 1892, et **Mouchez**, le 25 juin.

Arloing a démontré, sans recourir à des filtres minéraux, que les bacilles charbonneux déversent une substance phylacogène dans les bouillons de culture, et cette substance fait partie du groupe des matières qui, dans les cultures, sont solubles dans l'alcool.

J. J. Landerer conclut de ses observations sur la lumière de Vénus qu'elle n'est pas polarisée, et que, par suite, cette planète est entourée d'une couche très épaisse de nuages.

Balland : Contrairement à une opinion émise récemment, l'air, l'eau, le vin, la bière, le cidre, le café, le lait, l'huile, le beurre, la graisse, l'urine, la salive, la terre ont moins d'action sur l'aluminium que sur les métaux ordinaires (fer, cuivre, plomb, zinc, étain). Le vinaigre et le sel marin l'attaquent, il est vrai, mais dans des proportions qui ne sauraient compromettre son emploi.

A. Giard fait connaître de nouveaux cas de pœcilogonie. Il appelle ainsi la particularité que présentent certains animaux appartenant à une même espèce de suivre un développement ontogénique différent en divers points de leur habitat ou même dans une localité unique, mais dans des conditions éthologiques variées. On peut rattacher à la pœcilogonie, la génération alternante, la parthénogénèse, les phénomènes que présente l'Axolotl, etc.

Viault a constaté, au Pic du Midi, pour l'homme et les animaux, mais surtout pour les animaux, une augmentation du nombre des globules du sang.

Charrin et Phisalix ont obtenu une abolition persistante de la fonction chromogène du *Bacillus pyocyaneus*.

Auwers est nommé correspondant de l'Académie en remplacement d'Oppolzer.

P. M.

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

M. DE QUATREFAGES

ET

L'ANTHROPOLOGIE

Notre titre indique déjà aux lecteurs de la *Revue* quelle partie de l'œuvre scientifique de M. de Quatrefages nous nous proposons d'étudier dans ces pages. C'est la partie la plus considérable, celle à laquelle il a consacré le plus de publications de toutes sortes : cours, livres nombreux et volumineux, articles du *Journal des savants,* de la *Revue des Deux-Mondes,* de la *Revue scientifique,* etc., brochures et notes, et nous osons ajouter, malgré le mérite de ses autres travaux, que c'est aussi la portion la plus intéressante de son œuvre. Il aurait voulu que non seulement les savants de profession, mais tous les hommes instruits apportassent à l'étude de l'espèce humaine et des questions qui s'y rattachent un peu de cette curiosité et de cette activité qui se dépensent pour tant d'autres problèmes ! « Mirantur homines, » écrit-il quelque part, citant saint Augustin, « altitudines montium, ingentes fluctus maris, altissimos lapsus fluminum, et oceani ambitum, et gyros siderum, et *relinquunt seipsos nec mirantur !* »

Voulant faire connaître les principales idées de M. de Quatrefages sur l'anthropologie, nous ne pouvions mieux faire que de lui emprunter l'expression même de sa pensée, expression toujours claire, toujours simple, toujours empreinte de cette loyauté scientifique et de cette haute impartialité que ses adversaires mêmes sont forcés de reconnaître. On ne s'étonnera donc ni de l'abondance, ni de la longueur de nos citations. Nous ne songeons pas à nous en excuser, car notre seul mérite consiste dans le choix que nous en avons fait, et dans la façon dont nous avons essayé de les grouper pour la plus grande utilité du lecteur.

Le point le plus délicat consistait dans le classement de ces riches matériaux. Celui que nous avons adopté n'est pas parfait, nous le savons, mais il a au moins l'avantage de faire passer sous les yeux de tous la plupart des questions traitées par le savant professeur. Voilà pourquoi nous l'avons préféré à beaucoup d'autres. Dans un premier article, nous étudierons, à la suite de M. de Quatrefages, les *questions d'anthropologie générale;* — nous dirons, dans un second, quelles solutions il a apportées aux problèmes soulevés par les *découvertes préhistoriques,* — et, dans un troisième, comment il a compris et fixé la *classification* des nombreux groupes humains répandus sur la surface du globe.

I

QUESTIONS D'ANTHROPOLOGIE GÉNÉRALE.

M. de Quatrefages a dû se prononcer, dans son enseignement et dans ses écrits, sur *trois* questions fondamentales, objet de controverses passionnées, pour la solution desquelles on n'a pas toujours fait appel aux seuls arguments scientifiques. Ces questions, les voici :

1° Quelle est *l'origine* de l'espèce humaine? Faut-il voir dans l'homme, tel que nous le connaissons, le dernier terme d'une évolution dont l'origine se perd dans la nuit des temps; — ou bien doit-on croire à la fixité de l'espèce humaine, comme des autres espèces végétales et animales? En un mot, il a dû choisir entre le transformisme et la doctrine de la fixité des espèces.

2° Faut-il compter *une* ou *plusieurs* espèces humaines? La différence si grande entre le Blanc et le Nègre, les deux termes extrêmes de la série, n'oblige-t-elle pas à accepter la seconde hypothèse? Monogénisme et polygénisme se combattent; il faut absolument se prononcer pour l'un ou l'autre système.

3° Si l'on est polygéniste, on est par suite *autochtoniste*, et chaque espèce a été faite pour le pays qu'elle habite. Mais si l'on est monogéniste, comment expliquer *la diffusion de l'espèce humaine* sur tout le globe? Où en placer le centre d'apparition, et comment rendre raison de son rayonnement par toute la terre? Ces migrations sont-elles vraisemblables?

A la solution de ces trois questions, le savant et regretté professeur du Muséum a consacré de très nombreux écrits. Il n'entre pas dans mon dessein de les analyser par le menu; il a du reste rendu la tâche plus facile en revenant constamment sur les mêmes arguments et les mêmes faits, tous de l'ordre purement scientifique.

§ 1. *Origine de l'espèce humaine.*

Quoique nous nous bornions à étudier M. de Quatrefages comme anthropologiste, il y a cependant intérêt et profit à relater ses opinions sur l'origine des espèces végétales et animales, et à cause de l'importance qu'a prise la question de nos jours, et à raison du nombre des travaux qu'il y a consacrés, et surtout à cause de la connexité de

cette question générale avec celle de l'origine de l'espèce humaine. La solution qu'on donne à la première entraîne celle qu'on doit apporter à la seconde, comme le remarque très à propos M. de Quatrefages. « Par cela seul que l'homme fait partie de l'empire organique, et quoiqu'il ait des caractères tellement propres et exceptionnels qu'il a fallu en faire un règne à part, l'homme est avant tout organisé et vivant. A ce titre, il est soumis à toutes les lois qui régissent tous les autres êtres organisés et vivants, les végétaux aussi bien que les animaux. Il est le siège de phénomènes analogues à ceux qui s'accomplissent dans les deux autres règnes, et son histoire ne peut que ressembler à la leur pour tout ce qui touche aux faits généraux » (1).

Or, sur cette question générale, le naturaliste peut adopter l'une ou l'autre de ces solutions. Il peut croire que les milliers d'espèces animales et végétales ont apparu isolément et sont indépendantes l'une de l'autre : c'est ce que l'on appelle la doctrine de la fixité des espèces ; ou bien qu'elles dérivent l'une de l'autre, par une suite ininterrompue de transformations, dont l'origine remonte aux premiers temps géologiques : ce sont les doctrines évolutionnistes, très en vogue aujourd'hui, et qui présentent de nombreuses variétés. « Mais quels que soient leur point de départ et leurs conséquences dernières, ces théories s'accordent pour regarder une partie ou la totalité des espèces actuelles comme descendant d'espèces qui les avaient précédées, par conséquent pour voir, dans l'empire organique, tel que nous le connaissons, le développement, la transformation d'un état de choses antérieur. Elles rentrent, à divers titres, dans ce qu'on a appelé, en Angleterre, les théories de l'*évolution* ou de la *dérivation*, dans ce que divers écrivains du continent ont appelé la

(1) *Histoire générale des Races Humaines. — Introduction à l'étude des Races Humaines, Questions générales.* Paris, Hennuyer, 1887, p. 12.

doctrine du *transformisme*. Cette dernière expression, dit le professeur, me semble préférable » (1).

C'est donc entre la fixité des espèces et le transformisme que M. de Quatrefages avait à prendre un parti, et ce parti, il l'a pris résolument, et y est resté fidèle jusqu'à la fin, ne cessant dans ses cours et dans ses livres de revenir sur les raisons d'ordre scientifique qui avaient déterminé sa conviction première et que nous allons passer rapidement en revue. Nous n'avons pas à donner une réfutation complète du transformisme, encore moins des diverses formes qu'il a revêtues et dont le darwinisme est la plus séduisante, mais à faire voir *quels arguments* surtout M. de Quatrefages faisait valoir contre ces systèmes, le dernier mot de la science au dire de leurs partisans.

A ceux qui s'étonneraient de son insistance à combattre ces doctrines, il fait cette réponse, dont l'histoire des sciences montre la vérité. « Une erreur accréditée et généralement acceptée n'a pas seulement pour résultat de tromper le présent, elle compromet en outre l'avenir. Quand la vérité arrive à son heure, le premier, le plus grand obstacle qu'elle rencontre, c'est précisément cette erreur qu'il lui faut d'abord chasser, et la lutte est parfois longue et difficile. L'histoire des sciences nous fournirait bien des exemples à l'appui de ces paroles » (2).

Et quant à l'ordre d'arguments dans lesquels il prétend se tenir exclusivement, voici ce qu'il en dit : « La doctrine de Darwin (et en général les hypothèses transformistes) a été acclamée par les uns au nom de la philosophie et du progrès, anathématisée par d'autres au nom des idées religieuses ; toute une littérature spéciale reproduit et répète ces deux appréciations opposées. Or, au milieu de ces tempêtes, on a méconnu trop souvent tantôt dans un

(1) *Darwin et ses Précurseurs français. — Étude sur le Transformisme*, 2e édit. Paris, Alcan, 1892, p. 14.

(2) Revue scientifique rose. *Le Transformisme, la philosophie et le dogme*. 19 mai 1888, p. 610.

sens, tantôt dans l'autre, la signification et la portée réelle des idées de l'auteur. C'est contre cette double tendance que j'ai cherché à réagir. Naturaliste et physiologiste, c'est au nom seul des sciences naturelles que j'ai voulu parler. Montrer au juste ce qu'est cette doctrine, faire ressortir ce qu'elle renferme de vrai, mais aussi ce qu'elle a d'inacceptable, examiner quelques-unes des déductions qu'on a cru pouvoir en tirer, et faire à chacune sa part, tel est le but de ce travail » (1).

Fidèle à ce programme, M. de Quatrefages a consacré un livre entier, sans parler de ses cours, à l'examen du darwinisme, la plus séduisante et la plus scientifique en apparence des hypothèses transformistes. C'est à la dernière édition de ce livre, parue en 1892, que seront empruntées la plupart de mes citations.

I. Darwin et ses disciples invoquent d'abord des faits qui sont incontestables, pour en tirer des lois générales qui sont la clef de tout leur système, et lui donnent l'apparence d'un édifice solidement construit. M. de Quatrefages ne nie ni tous les faits, ni toutes les lois sur lesquels s'appuie le transformisme. C'est ainsi par exemple qu'il reconnaît l'importance que Darwin attache à la *lutte pour l'existence* ou *concurrence vitale* qui s'établit forcément entre les diverses espèces animales et végétales, et qui règle leur propagation ou leur extinction. « Une seule espèce, dit-il, multipliée sans pertes et sans obstacles aurait rapidement envahi la terre tout entière », et il cite des exemples. « Une paire d'éléphants par exemple (l'éléphant n'a qu'un petit à la fois), si l'on suppose que chaque femelle ne produit que trois couples de jeunes en 90 ans, arriverait au bout de 740 à 750 ans à produire près de 19 millions d'individus. » Il en est de même des êtres les plus petits, du puceron entre autres : « Des données recueillies par Bonnet et d'autres naturalistes il résulte

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 11.

que si, pendant un été, les fils et petits-fils d'un seul puceron arrivaient tous à bien, et se trouvaient placés à côté les uns des autres, à la fin de la saison ils couvriraient environ quatre hectares de terrain. Évidemment si le globe entier n'est pas envahi par les pucerons, c'est que le chiffre des morts dépasse infiniment celui des survivants. Enfin il est clair que si la multiplication des morues, des esturgeons, dont les œufs se comptent par centaines de mille, n'était arrêtée d'une manière quelconque, tous les océans seraient comblés en moins d'une vie d'homme » (1).

Cette lutte pour l'existence, évidente chez les animaux, n'est ni moins réelle ni moins meurtrière chez les plantes. « Nos chardons ont envahi les plaines de la Plata, jadis occupées uniquement par des herbes américaines. Ils y couvrent aujourd'hui à peu près seuls des étendues immenses, et qui se mesurent par lieues carrées. En revanche, Darwin a appris de la bouche du regretté docteur Falconer que certaines plantes américaines importées dans l'Inde s'étendent aujourd'hui du cap Comorin jusqu'à l'Himalaya. Dans les deux cas, les espèces indigènes ont évidemment succombé devant une véritable invasion étrangère » (2). Et il conclut avec Darwin : « La lutte pour l'existence est donc un fait général, incessant. Sous le calme apparent de la plus riante campagne, du bosquet le plus frais, de la mare la plus immobile, elle se cache, mais elle existe, toujours la même, toujours impitoyable. Il y a vraiment quelque chose d'étrange à arrêter sa pensée sur cette guerre sans paix, sans trêve, sans merci, qui ne s'arrête ni jour ni nuit, et arme sans cesse animal contre animal, plante contre plante » (3).

Voici encore un autre fait sur lequel Darwin a appelé l'attention, et qu'ont mis hors de doute les travaux de nos

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 95.
(2) *Ibid.*, p. 97.
(3) *Ibid.* (1892), p. 98.

plus célèbres paléontologistes. « Ce fait est l'étroite parenté qui relie parfois dans une même contrée les vivants et les morts. Les faunes fossiles tertiaires de certaines régions présentent en effet avec la faune de nos jours des affinités d'autant plus frappantes que cette dernière est plus exceptionnelle. L'Australie avec ses marsupiaux, l'Amérique méridionale avec ses édentés, la Nouvelle-Zélande avec ses singuliers et gigantesques oiseaux sont autant d'exemples remarquables de ce que Darwin appelle la *loi de succession des types*. Il est évident que ce n'est qu'un cas particulier, mais très curieux, de la *loi de caractérisation permanente*, maintenant à un haut degré le cachet d'un type donné pendant le développement d'espèces nouvelles, de genres nouveaux, et à travers les changements subis par la croûte du globe » (1).

Mais à côté de ces faits qui cadrent avec la théorie transformiste, M. de Quatrefages en signale d'autres non moins importants qu'elle laisse inexpliqués. Comment par exemple accorder la permanence des formes animales ou végétales avec les théories qui supposent la mutabilité des espèces? Or cette permanence ne peut être niée. Voici pour ce qui concerne l'époque actuelle : « Depuis longtemps et surtout depuis qu'elle est facilement accessible aux Européens, l'Égypte nous a ouvert ses hypogées ; la science y a puisé largement. En comparant les espèces animales et végétales qu'on y a recueillies à celles qui vivent de nos jours, on n'a jamais trouvé aucune différence. Sur ce point, toutes les études faites par les botanistes aussi bien que par les zoologistes ont confirmé les conclusions de la commission chargée d'examiner les collections rapportées d'Égypte par Geoffroy-St-Hilaire. Voilà donc six mille ans environ que ces espèces n'ont pas varié, en supposant que les échantillons les plus anciens ne remontent qu'à la quatrième dynastie. Or soit chez les

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 120.

plantes, soit chez les animaux, on a pu souvent étudier les parties les plus délicates, et constater qu'elles n'ont pas changé » (1).

« Mais au delà vient toute la période quaternaire, pendant laquelle vivaient chez nous des mammifères dont les uns habitent encore nos montagnes, comme le bouquetin et le chamois, dont d'autres ont émigré, comme le lemming en Suède, l'antilope saïga en Sibérie, le bœuf musqué à la baie d'Hudson, et la comparaison des squelettes a permis d'affirmer l'identité des individus vivants et de leurs ancêtres fossiles. L'étude des mollusques gastéropodes terrestres a conduit à la même conclusion. Dans les alluvions de la Côte-d'Or, contenant des ossements de mammouth, M. J. Baudouin a recueilli les coquilles de treize espèces de ce groupe. Douze de ces espèces vivent encore dans la même localité » (2). Voilà donc un fait très remarquable que le darwinisme laisse sans explication.

Darwin n'explique pas davantage l'absence des variétés intermédiaires dans les formations géologiques, non plus que la persistance des types inférieurs. Nous ne pouvons suivre M. de Quatrefages dans l'examen de ces *desiderata* du darwinisme, mais il est permis de conclure que déjà l'observation des faits inexpliqués par la doctrine transformiste commande des hésitations.

II. Ces hésitations se changent en condamnation, s'il s'agit de *certains procédés*, de certains arguments auxquels l'école transformiste en appelle trop souvent. M. de Quatrefages réprouve sans hésitation ces procédés, et il a raison, car la vraie science ne peut que s'en défier.

Que prouvent, en effet, quand il s'agit d'établir *ce qui est*, et non *ce qui pourrait être*, des appels aux convictions personnelles, à la possibilité ou à l'inconnu? C'est pourtant là ce qu'on retrouve fréquemment dans les écrits de Darwin et de ses disciples.

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 156.
(2) *Ibid.*, p. 157.

« Qu'on parcoure les divers écrits dont j'ai parlé, on y verra partout les mêmes formules employées à chaque instant pour rendre compte des phénomènes. *Je conçois*, nous dit B. de Maillet, que le poisson se change en oiseau comme la chenille en papillon. *N'est-il pas possible,* répète bien des fois Lamarck, que le désir et la volonté poussent sur un point déterminé les fluides subtils d'un corps vivant, et déterminent ainsi l'apparition de l'organe dont le besoin se faisait sentir? La conviction personnelle, la simple possibilité sont ainsi présentées comme autant de preuves ou tout au moins d'arguments en faveur de la théorie.

» Or pouvons-nous leur reconnaître cette valeur? Évidemment non. L'esprit humain a conçu bien des choses, est-ce une raison pour les accepter toutes? A ce compte, il faudrait croire également aux systèmes les plus opposés. Quiconque part d'une hypothèse et raisonne logiquement, habitue peu à peu son esprit à concevoir les conséquences des prémisses qu'il a lui-même posées. Mais que l'hypothèse change, les conceptions changent aussi. Voilà comment Geoffroy-Saint-Hilaire, partant de la tératologie et de l'embryogénie, concevait parfaitement la déviation brusque des types animaux, et déclarait évidemment inadmissibles les modifications lentes, seules concevables, seules possibles dans l'hypothèse de Lamarck. Darwin aussi ne conçoit que ces dernières, et il insiste presque à chaque page de son livre sur la possibilité de ces transformations » (1).

L'appel que Darwin fait à l'*inconnu* n'est pas plus légitime, au point de vue scientifique, que l'appel à la possibilité. Souvent il proclame hautement ce que le savoir actuel a d'incomplet; mais, au lieu de trouver un motif de réserve dans ce défaut de notions précises, il semble y puiser une hardiesse nouvelle. Les doctrines reposant

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 138.

sur l'instabilité des espèces ont été souvent combattues par les paléontologistes et les géologues, — nous venons de le voir. Pour répondre à leurs objections, Darwin consacre un chapitre entier à démontrer l'insuffisance des documents fournis par les sciences qui ont pour objet le passé de notre globe.

« Quant à ce qui me concerne, dit-il, je considère les certitudes géologiques comme une histoire de notre globe qui a été incomplètement conservée, écrite dans un dialecte changeant, et dont nous ne possédons que le dernier volume, traitant de deux ou trois pays seulement. De ce volume, quelques fragments de chapitres et quelques lignes éparses de chaque page sont seuls parvenus jusqu'à nous. Chaque mot de ce langage changeant lentement, plus ou moins différent dans les chapitres successifs, peut représenter les formes qui ont vécu, sont ensevelies dans les formations consécutives, et nous paraissent à tort avoir été brusquement introduites. Cette manière de voir atténue beaucoup, si elle ne les fait pas disparaître, les difficultés que nous avons discutées dans le présent chapitre.

« A mon tour je demanderai si cette conclusion est bien légitime. Darwin est-il autorisé à présenter comme autant de preuves en sa faveur *les lacunes* mêmes de la science, à en appeler aux volumes, aux feuillets perdus du livre de la nature? Évidemment non » (1).

Cet appel à l'inconnu se révèle surtout dans ces périodes de temps incalculables, dont les traces nous échappent et que Darwin et ses émules réclament pour donner à leurs transformations le temps de se produire. Là encore est-ce à l'expérience qu'ils s'adressent? Non. « Dans sa pensée, en effet, les terrains superposés et en apparence de formation continue n'ont été déposés qu'à des époques séparées par d'innombrables siècles; tout ce qui s'est passé

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), pp. 150-151.

dans l'intervalle nous échappe. Là est pour lui l'explication de la difficulté. Mais en vérité n'est-il pas malheureux pour ses idées que tant de faits témoignant contre elles aient été conservés dans ce qui nous reste du grand livre, et que toujours ceux qui auraient plaidé en leur faveur aient été inscrits dans les volumes égarés, sur les feuillets perdus ? » (1)

Il est difficile de ne pas reconnaître la justesse de ces observations, et d'accepter des raisonnements de cette nature qui ne reposent que sur l'arbitraire.

III. Mais le principal argument de M. de Quatrefages contre les transformistes se tire de *la confusion* qu'ils font sans cesse *entre l'espèce et la race,* pour nier la fixité de la première. Or le docte professeur repousse énergiquement cette confusion comme anti-scientifique.

Il croit qu'il existe entre l'*espèce* et la *race* une différence fondamentale, et que cette différence réside avant tout dans le lien physiologique qui relie ensemble les races les plus diverses, et en rend le croisement indéfiniment fécond, c'est ce qu'on appelle *métissage;* — tandis que les espèces, caractérisées par l'absence de ce lien physiologique, ne peuvent être croisées entre elles sans violenter les lois de la nature, et sans que les descendants, quand il y en a, ne retournent à l'un des types parents, après un nombre fort limité de générations, c'est ce qu'on nomme *hybridation.*

Métissage ou hybridation, telle est donc la différence fondamentale qui existe entre la race et l'espèce; et cette différence n'est pas une affaire de convention ou de mots : elle est bien réelle, car elle repose sur la présence ou l'absence d'un lien physiologique.

D'ailleurs, pour se convaincre que la distinction à laquelle M. de Quatrefages attache tant d'importance n'est pas de pure fantaisie, il suffit de considérer les résultats

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 163.

si différents produits par le métissage et l'hybridation. Nous en empruntons la description à l'*Histoire générale des Races Humaines*. « Des observations mille fois répétées, des expériences directes faites avec une précision universellement reconnue, reprises avec toutes les ressources de la science moderne, ont absolument mis hors de doute que les résultats du *métissage* et ceux de l'*hybridation* ne se ressemblent nullement, c'est-à-dire que lorsqu'on croise deux individus de races différentes, mais de même espèce, les phénomènes sont tout autres que lorsqu'on croise deux individus d'espèces différentes. Il y a donc, dans ces phénomènes, un moyen simple et pratique de reconnaître si deux groupes d'individus, qui diffèrent par n'importe quels caractères, représentent deux espèces distinctes, ou seulement deux races d'une seule et même espèce.

» Le métissage, c'est-à-dire *le croisement entre races*, s'accomplit spontanément tous les jours dans nos jardins comme dans nos fermes, entre les races les plus dissemblables de plantes ou d'animaux ; la difficulté n'est pas de le produire, mais de s'en garantir ; il est aussi fécond, parfois plus fécond que l'union entre individus de même race ; la superfétation s'est montrée chez les animaux comme chez les végétaux ; les individus issus de ce croisement conservent toute leur fécondité, et donnent chaque jour naissance à des suites de générations métisses qui peuvent se propager indéfiniment ; il en est de même du croisement entre tous les métis d'une même espèce, si bien que Darwin a pu réunir dans un seul individu le sang des cinq races les plus différentes de pigeons, sans que la fécondité fût altérée. Enfin lorsque, par suite d'un croisement unilatéral ou toute autre circonstance, les caractères dus à l'un des types parents semblent avoir disparu pour toujours de ces races métisses, on les voit se reproduire, même après de nombreuses générations, par des phénomènes d'*atavisme*.

» L'hybridation, c'est-à-dire *le croisement entre espèces*, ne s'accomplit spontanément que dans des cas excessivement rares, même chez les végétaux, encore plus chez les oiseaux, et à peine peut-il en être question chez les mammifères.

» L'industrie humaine a pu seule multiplier ces sortes d'unions, en même temps qu'elle a permis de constater les limites étroites de leur possibilité. Quand on parvient à les réaliser, à peu près constamment la fécondité est diminuée, souvent dans des proportions énormes. Il n'y a jamais de superfétation. Les hybrides résultant de ces unions sont d'ordinaire ou entièrement inféconds ou peu féconds; dans ce dernier cas, lorsqu'on les marie entre eux, la fécondité décroît rapidement, et disparaît généralement au bout d'un très petit nombre de générations chez les animaux; il en est habituellement de même chez les végétaux. Quand elle dure pendant quelques générations, *la variation désordonnée* se montre, et *les phénomènes de retour* ramènent à l'un ou l'autre des deux types purs, parfois à tous les deux, ces descendants d'hybrides. Jamais on n'a observé de phénomènes d'atavisme chez les fils ou petits-fils des individus retournés à l'un des types parents primitifs » (1).

Ce tableau des différences du métissage et de l'hybridation, M. de Quatrefages ne l'a pas tracé *à priori;* il résulte de tous les faits observés par les naturalistes, les éleveurs, les botanistes, les amateurs, faits que le professeur du Muséum a passés au crible de son impartiale critique, et qu'on devra examiner avec lui, si l'on veut se faire une opinion raisonnée sur cette délicate question.

Alors seulement on reconnaîtra la légitimité et la sagesse de sa conclusion générale : « L'infécondité entre espèces a, dans le monde organique, un rôle à peu près

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie : *Questions générales*, pp. 45-46.

analogue à celui que joue la pesanteur dans le monde sidéral. Elle maintient la distance zoologique ou botanique entre les espèces, comme l'attraction maintient la distance physique entre les astres..... L'art humain pourra enfanter des résultats qui sembleront d'abord ne pas se plier aux règles de l'hybridation; il l'a déjà fait une fois, il le fera sans doute encore. Il n'aura pour cela ni changé la loi naturelle et générale, ni démontré qu'elle n'existe pas..... Et ce n'est pas seulement à notre époque et aux temps relativement modernes que s'applique ce qui précède. Tout, en effet, nous conduit à conclure que les lois n'ont pas plus changé dans le monde organique que dans le monde inorganique, et que, dès les temps paléontologiques, l'*hybridation* et le *métissage* réglaient le rapport des espèces et des races, comme ils le font de nos jours. Admettre qu'il a pu en être autrement d'une manière soit régulière, soit accidentelle, c'est opposer à tout ce que nous savons sur le présent et le passé de notre globe, *le possible, l'inconnu,* en d'autres termes *l'hypothèse* prenant pour point de départ notre ignorance même. Entre ces deux sortes de motifs de conviction, je ne saurais hésiter.

» Voilà pourquoi je ne puis trouver dans une transformation graduelle et lente l'origine des espèces; pourquoi je ne puis accepter, même à titre provisoire, aucune doctrine reposant sur cette idée générale, pourquoi *au nom de la science* je combats aujourd'hui, comme je l'ai toujours fait, le darwinisme, aussi bien que les hypothèses de Lamarck, et tous les systèmes transformistes » (1).

IV. Ces préliminaires un peu longs nous permettront d'exposer avec plus de brièveté les idées de M. Quatrefages sur *l'origine de l'espèce humaine.*

Il est évident en effet que, puisque le savant professeur rejette toute donnée transformiste pour expliquer la formation des espèces animales et végétales, il doit logique-

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), pp. 260-261.

ment étendre cette exclusion jusqu'à l'homme, et c'est ce qu'il fait, mais d'une manière plutôt négative que positive. Sa méthode, en effet, consiste à réfuter les arguments de ses adversaires en faveur d'une origine de l'homme obtenue par la transmutation, quel que soit d'ailleurs l'ancêtre qu'on donne à nos premiers parents.

On sait en effet que, sur ce point capital comme sur beaucoup d'autres, les transformistes ont cessé de s'entendre. « Les disciples de Darwin sont loin d'avoir conservé dans sa pureté la doctrine du maître. Le darwinisme, qui a pris de bonne heure des allures singulièrement dogmatiques, possède encore un grand nombre de croyants orthodoxes. Mais il a aussi ses hérésiarques, et ceux-ci ne sont pas les moins haut placés parmi les savants contemporains. » Il suffit de nommer Huxley, Filippi, Vogt, M. Gaudry, etc.

Dans l'impossibilité où nous sommes de nous aventurer sur ces terrains divers, nous nous en tiendrons à l'idée la plus connue, celle de *l'origine simienne* de l'homme, et nous dirons par quels arguments M. de Quatrefages repousse la doctrine de Darwin et de Haeckel qui s'accordent à voir, dans notre ancêtre, un descendant des singes. « Tout en faisant observer que notre ancêtre simien ne devait ressembler, même de loin, à aucun des singes vivants, Darwin le place sans hésiter parmi les *Catarrhiniens,* c'est-à-dire dans la famille des singes de l'ancien continent ayant les narines ouvertes en dessous et une queue. Il n'y a, dit-il, aucun doute que l'homme ne soit un embranchement de la souche simienne de l'ancien monde, et qu'au point de vue généalogique il ne doive être classé dans la division catharrine » (1).

Or, à cette généalogie, M. de Quatrefages oppose tout d'abord Darwin lui-même et sa *loi de caractérisation permanente,* une de celles qui prêtent au darwinisme le plus

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), pp. 268-269.

de séduction, et sur laquelle le savant anglais a le plus insisté dans son ouvrage fondamental.

« En effet, quand on compare isolément et terme à terme les éléments anatomiques de l'homme et des singes, surtout des singes supérieurs, on constate, il est vrai, des ressemblances très réelles. Pourtant ces ressemblances sont bien moins accusées qu'on ne serait tenté de le croire en lisant les écrits de quelques auteurs. Il s'est produit à cet égard des exagérations contre lesquelles Huxley lui-même s'est cru obligé de protester énergiquement. Bien loin que les différences entre l'homme et les singes les plus élevés soient petites et insignifiantes, « elles sont, » dit-il, considérables et significatives. Chaque os de » gorille porte une empreinte par laquelle on peut le » distinguer de l'os humain correspondant. Et, dans la » création actuelle tout au moins, aucun être intermédiaire » ne comble la brèche qui sépare l'homme du troglodyte. » Nier l'existence de cet abîme serait aussi blâmable » qu'absurde. »

» Ces différences de détail ne pourraient d'ailleurs arrêter un transformiste convaincu comme Huxley. Elles s'expliquent sans trop de peine par la théorie générale. Il en est autrement lorsqu'on envisage les organismes humain et simien dans leur ensemble, et que l'on tient compte des corrélations des parties qui les composent. Alors on reconnaît à première vue que *le plan général* est fort différent, et correspond à deux genres de vie bien distincts. Chez l'homme, les membres inférieurs et toutes leurs dépendances l'emportent très notablement sur les membres supérieurs. C'est presque le contraire chez les singes, où tout ce qui se rattache aux membres supérieurs et ces membres eux-mêmes sont relativement bien autrement développés que chez nous. Ce contraste est des plus accusés précisément chez les représentants les plus élevés du type, chez l'orang et le gorille par exemple. Aussi l'homme est-il essentiellement *marcheur*, le singe essen-

tiellement *grimpeur*. Eh bien ! en vertu de *la loi de caractérisation permanente,* il est impossible qu'un marcheur descende d'un grimpeur.

» Ajoutons que les observations de Pruner-Bey sur l'apparition successive des dents, de Broca sur l'angle orbito-occipital, de Gratiolet sur le mode de constitution des circonvolutions cérébrales, de Welcker sur l'angle sphénoïdal ont mis hors de doute que, chez l'homme et chez les singes, le développement des divers appareils fonctionnels se fait dans un ordre inverse. Or, il est évident, surtout d'après les principes les plus fondamentaux du darwinisme, qu'un être organisé ne peut descendre d'un autre être dont l'évolution organique se fait, même partiellement, en sens inverse de la sienne.

» Je crois donc pouvoir répéter avec assurance ce que j'ai dit depuis longtemps : en dehors des raisons scientifiques générales pour lesquelles j'ai toujours cru devoir repousser les théories transformistes, et même en acceptant ces théories pour vraies, il est impossible que l'homme compte un singe quelconque parmi ses ancêtres » (1).

La théorie simienne pèche donc d'abord contre la logique, elle est en contradiction avec les principes mêmes du transformisme. « Sans manquer aux égards dus à l'illustre théoricien anglais, on peut dire que ses idées au sujet des origines de l'homme ne lui ont pas été heureuses. Elles l'ont conduit, lui habituellement très logique, à se mettre en contradiction avec une des lois les plus essentielles de sa doctrine, à oublier sa théorie de l'ancêtre commun, et à se laisser aller, dans l'appréciation de faits de nature identique, à un arbitraire inconciliable avec toute méthode scientifique » (2).

Darwin n'a pas été plus heureux lorsqu'il a cherché à

(1) *Histoire générale des Races Humaines,* 1re partie : *Questions générales,* pp. 55-56.

(2) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 279.

montrer par quelles transformations l'homme est devenu ce qu'il est. M. de Quatrefages emprunte à un autre transformiste convaincu, à Wallace, de quoi réfuter le maître. Pour cela, il a suffi au disciple de montrer que *la sélection naturelle* n'a pas pu façonner et parachever l'être humain, tel que nous le connaissons, ni dans son organisme physique, ni dans ses facultés mentales.

« Wallace a fait à la pensée que *le corps humain* puisse dériver de celui du singe, par la seule action de la sélection naturelle, une objection d'autant plus grave qu'elle repose sur les principes les plus élémentaires de cette sélection. Il est évident, et Darwin le dit à diverses reprises dans tous ses ouvrages, qu'elle repose *sur l'utilité personnelle immédiate* de la variation qui la met en jeu. Il résulte de là qu'elle ne peut développer *une variation inutile.* Par conséquent aucun organe ne peut acquérir par elle un développement supérieur à celui qu'exigent ses fonctions actuelles, ses usages immédiats.

» Or si l'on compare anatomiquement les derniers sauvages aux populations les plus civilisées, on constate que les organes présentent chez les uns et chez les autres une structure, des dispositions identiques. En particulier la main, le larynx sont dans ce cas. Mais, chez le civilisé, la main exécute souvent des mouvements dont le sauvage n'a aucune idée. Wallace aurait pu citer comme exemple l'agilité des doigts de nos pianistes. Il en est de même du larynx. Le chant des sauvages ne ressemble en rien à celui de nos cantatrices ; ce n'est qu'un cri plaintif plus ou moins monotone, et les femmes ne chantent en général pas du tout. Ce que le sauvage apprécie dans la femme, c'est la santé, la force, la beauté animale. La sélection sexuelle n'a donc pu développer cette admirable faculté qui ne s'exerce que chez les peuples civilisés. Le larynx du sauvage est donc un organe perfectionné au delà des besoins actuels, et les détails délicats de son organisation

n'ont pas pu être le résultat de la sélection naturelle. La main, le larynx du sauvage possèdent *des facultés latentes* dont l'existence ne peut en aucune façon être attribuée à cette sélection » (1).

« L'étude du cerveau conduit Wallace aux mêmes conclusions... Ainsi, ajoute-t-il, soit que nous comparions le sauvage au type le plus perfectionné de l'homme, soit que nous le comparions aux animaux qui l'entourent, nous arrivons forcément à conclure qu'il possède, dans son cerveau grand et bien développé, un organe tout à fait hors de proportions avec ses besoins actuels. Par conséquent la grande dimension de cet organe chez lui ne peut pas résulter uniquement des lois d'évolution ; car celles-ci ont pour caractère essentiel d'amener chaque espèce à un degré d'organisation approprié à ses besoins et de ne jamais le dépasser » (2).

Voilà pour le développement physique. Quant aux caractères intellectuels et moraux, Darwin avait dit : « Il est fort probable que les facultés intellectuelles du genre humain se sont graduellement perfectionnées par sélection naturelle, conclusion qui suffit à notre objet. » A cela Wallace répond encore : « Il est possible que le développement des notions de justice abstraite et de bienveillance se soit opéré ainsi, parce que ces notions sont *utiles* aux tribus naissantes. » Mais les notions abstraites de temps et d'espace, d'éternité et d'infini, le sentiment artistique ne pouvaient être d'aucun usage à l'homme dans son état primitif de barbarie. Comment la sélection naturelle ou la survivance des plus aptes ont-elles pu favoriser le développement de facultés si éloignées des besoins matériels du sauvage ?... Selon Wallace, l'origine du *sens moral* soulève les mêmes difficultés. Les sauvages attachent une idée de *sainteté* à des actions considérées comme bonnes

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), pp. 282.
(2) *Ibid.*, (1892), pp. 284-285.

et morales, en opposition avec celles qui sont tenues pour simplement *utiles*. Il prend pour exemple la véracité qu'il oppose au mensonge, souvent si utile, si facilement excusé, et cite des tribus entières de l'Inde qui disent toujours la vérité...

« En somme, selon Wallace, quelque inférieur que soit le sauvage au point de vue du développement des facultés intellectuelles et morales, ces facultés existent chez lui à l'état latent, de même que la grandeur de son cerveau dépasse de beaucoup ses besoins dans son état actuel, *et la sélection naturelle est incapable de produire de tels résultats* » (1).

Ainsi le transformisme est impuissant à expliquer le développement de l'espèce humaine dans tous les sens, et à rattacher l'homme aux animaux les plus perfectionnés dans leur organisation.

Il faut ajouter que *les faits les mieux observés* donnent à l'origine simienne de l'homme le plus éclatant démenti. « Les découvertes paléontologiques jettent d'ailleurs de plus en plus de jour sur cette question. Pour si haut qu'elles remontent, toutes les fois qu'elles nous mettent en possession de restes humains, nous retrouvons sur ces ossements les caractères de l'homme, jamais ceux du singe.

» Personne n'a songé à signaler rien de pareil dans les os du tronc ou des membres de l'homme du Néanderthal, que Schaafhausen déclare être comparables en tout à ceux d'un Européen de taille moyenne et très robuste. Le crâne lui-même n'a rien de simien, malgré l'exagération de ses sinus frontaux, se traduisant au dehors par l'espèce de bourrelet arrondi dont on a tant parlé, malgré le peu de hauteur de sa voûte. Ce dernier défaut est compensé par la longueur et la largeur de l'ensemble, si bien que Huxley, dont le témoignage a ici une double autorité, a estimé la

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), pp. 286-287.

capacité crânienne à 1220 centimètres cubes. Le cerveau était donc aussi développé, chez cet homme fossile, que chez bien des individus appartenant à diverses races modernes, plus même qu'il ne l'est chez certains Parisiens, d'après les recherches de M. Topinard.

» Dans les autres crânes quaternaires, se rattachant au même type, les caractères craniens, exagérés chez l'homme du Néanderthal, s'atténuent d'ailleurs d'une manière frappante. Dans le crâne d'Éguisheim, plus encore dans celui de Canstadt, la voûte se relève considérablement ; les bosses sourcilières, déjà bien moins saillantes dans le crâne d'Éguisheim, moins encore dans celui de Canstadt, disparaissent presque entièrement dans le crâne féminin trouvé par M. Cocchi dans les argiles post-pliocènes de l'Olmo, près d'Arezzo. On avait d'ailleurs fort gratuitement attribué aux hommes de cette race un prognathisme très prononcé, accusant leur descendance simienne. La tête de Forbes Quarry, dont l'original a figuré à l'une de nos expositions, a permis de reconnaître que l'homme de Canstadt était tout aussi orthognathe que bien des populations actuelles » (1).

En résumé, « dolichocéphale ou brachycéphale, grand ou petit, orthognathe ou prognathe, l'homme quaternaire est toujours l'homme dans l'acception entière du mot. Toutes les fois que ses restes ont permis d'en juger, on a retrouvé chez lui le pied, la main qui caractérisent notre espèce ; la colonne vertébrale a montré la double courbure à laquelle Lawrence attachait une si haute importance, et dont Serres faisait l'attribut du règne humain tel qu'il l'entendait. Plus on étudie et plus on s'assure que chaque os du squelette, depuis le plus volumineux jusqu'au plus petit, porte avec lui, dans sa forme et ses proportions, un certificat d'origine impossible à méconnaître » (2).

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie : *Questions générales*, pp. 59-60.

(2) *L'Espèce Humaine* (1877), p. 220.

L'origine simienne de l'homme est donc battue en brèche et par les principes mêmes du transformisme, et par les faits les plus certains. M. de Quatrefages ne peut l'accepter, et fidèle à la logique non moins qu'aux découvertes scientifiques, il s'en est toujours tenu, pour l'homme comme pour les autres espèces animales et végétales, à l'antique doctrine de la fixité des espèces.

Mais si, *au nom de la science seule*, on lui demande d'aller plus loin, et d'expliquer les origines du monde où nous vivons, celle des êtres qui nous entourent et la nôtre propre, il répond : *Je ne sais pas*, sans nier toutefois que d'autres sciences, la théologie et la philosophie, n'aient le droit de donner la solution de ce difficile problème. « Ma seule prétention, dit-il dans son introduction au livre sur Darwin, est d'apporter à ces deux hautes branches du savoir humain la vérité scientifique, telle qu'elle m'apparaît après de longs et consciencieux travaux » (1).

§ 2. *Unité de l'espèce humaine.*

Y a-t-il *une* ou *plusieurs espèces* d'hommes ?

Cette seconde question n'a pas été moins débattue que la première. Le polygénisme, défendu par les philosophes du XVIIIe siècle au nom de la science et de la raison, a trouvé dans les passions sociales et politiques, en particulier aux États-Unis, un point d'appui d'autant plus difficile à ébranler qu'on était plus intéressé à le défendre. Des paléontologistes, des médecins, des entomologistes portant des noms célèbres ont adopté cette manière de voir.

D'autre part le monogénisme compte, parmi ses partisans, presque tous les naturalistes qui ont porté leur attention sur les phénomènes de la vie, et parmi eux les

(1) *Darwin et ses Précurseurs* (1892), p. 16.

plus illustres. En dépit de la différence de leurs doctrines, Buffon et Linné, Cuvier et Lamarck, Blainville et les deux Geoffroy, Müller le physiologiste et Humboldt le voyageur s'accordent sur ce point fondamental.

Chacun sait que M. de Quatrefages n'a jamais hésité à se proclamer monogéniste. Sa conviction sur ce point date de loin, et ses premiers travaux sur l'*Unité de l'Espèce Humaine* (1) ont paru, en 1860 et 1861, dans la *Revue des Deux-Mondes*.

Depuis il y est revenu bien des fois dans ses publications et dans ses cours; il a consacré à l'examen de cette question huit chapitres de son livre sur l'*Espèce Humaine*, et dans son *Histoire générale des Races Humaines*, publiée en 1887, il en fait un résumé très net et très clair. C'est à ces sources qu'il faut puiser les arguments que le savant professeur fait valoir en faveur du monogénisme, et que nous allons résumer.

Tout d'abord, — M. de Quatrefages ne juge pas inutile de le redire, —il nous rappelle que l'homme, étant un être organisé et vivant, doit obéir aux lois générales qui régissent tous les autres êtres organisés et vivants, les végétaux aussi bien que les animaux.

Ce principe admis, pour démontrer que tous les groupes humains, du Nègre au Blanc, sont *les diverses races d'une seule espèce humaine*, — et non autant d'espèces différentes et distinctes, il suffit d'établir les deux points suivants :

1° Que les différences morphologiques ou extérieures entre les divers groupes humains ne sont pas aussi considérables que celles qui existent entre certains végétaux ou animaux, lesquels n'en constituent pas moins *une seule espèce* aux yeux de tous les naturalistes.

2° Que le croisement entre les divers groupes humains

(1) C'est le titre d'un vol. in-12 paru en 1861, et qui n'est que la reproduction des articles de la Revue des Deux-Mondes.

présente les *caractères du métissage*, et non ceux de l'*hybridation*, en d'autres termes que ces groupes, en s'unissant entre eux, se comportent comme le feraient, dans le règne animal, *les races d'une même espèce*, non des espèces différentes.

I. La première proposition atteint directement la doctrine polygéniste. En effet, à peu près tous les arguments de ses partisans reviennent à celui-ci : « il y a trop de différences entre le Nègre et le Blanc pour qu'ils puissent être de même espèce. » Il suffit donc de montrer que de races à races extrêmes, chez les animaux et les végétaux, les limites de variation sont à peu près constamment plus étendues que chez l'homme, et l'on aura sapé par la base la doctrine polygéniste.

Contentons-nous des animaux, et, avec M. de Quatrefages dans son livre sur l'*Espèce Humaine*, comparons-les à l'homme en choisissant quelques exemples frappants.

La coloration de la peau est un des caractères qu'on remarque le plus; de là les noms de blanc, jaune et noir pour désigner les trois groupes fondamentaux de l'humanité. On pourrait la prendre pour un caractère spécifique, « si on ne la retrouvait dans plusieurs de nos *races* animales ; chez le chien, par exemple, dont la peau est habituellement noirâtre, et blanche chez le caniche blanc. Il en est de même chez les chevaux, et ce fait était déjà connu d'Hérodote, qui signale comme supérieurs aux autres les chevaux blancs à peau noire. A elles seules, nos races gallines présentent les trois couleurs extrêmes signalées chez l'homme. La poule gauloise a la peau blanche; chez la cochinchinoise elle tire sur le jaune ; elle est noire chez les poules nègres. Le mélanisme est du reste plus développé chez les poules que chez l'homme » (1). Personne ne songe à faire du cheval à peau noire, de la poule nègre, etc..., autant d'espèces distinctes; pourquoi trai-

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 36.

terait-on autrement l'espèce humaine? Ce serait contraire à toutes les lois de l'analogie.

Les modifications de la chevelure et des villosités chez l'homme conduisent à la même conclusion. « Qu'ils soient blonds ou noirs, fins et d'un aspect laineux comme chez le Nègre ou gros et raides comme dans les races jaunes et rouges ; que leur coupe transversale soit circulaire comme chez le Jaune, ovale comme chez le Blanc, ou elliptique comme chez le Nègre, les cheveux restent cheveux. Au contraire, la toison laineuse de nos moutons est remplacée par un jar court et lisse dans une partie de l'Afrique. En Amérique, il en est de même chez les moutons de la Madeleine, dès qu'on cesse de les tondre ; et en revanche, dans les hauts plateaux des Andes, les sangliers acquièrent une sorte de laine grossière » (1).

Voilà pour les caractères purement extérieurs. L'auteur de l'*Espèce Humaine* cite aussi un certain nombre de faits, relevant plus directement de l'anatomie, et où les variations se montrent plus étendues chez les animaux que chez l'homme, quoique personne n'ait songé pour cela à créer autant d'espèces distinctes.

« Chez le chien par exemple, il existe normalement aux pieds de devant cinq doigts bien formés, aux pieds de derrière quatre doigts complets et un cinquième rudimentaire. Ce dernier disparaît chez certaines espèces presque toutes de petite taille. Dans certaines grandes races au contraire, il se développe et devient égal aux quatre autres. Alors il y a formation d'os correspondants au tarse et au métatarse.

» Chez le porc, le pied normal porte deux petits doigts latéraux rudimentaires, et deux doigts médians ayant chacun leur sabot. Or, dans certaines races, déjà connues des anciens, il se développe un troisième doigt médian, et le tout est enveloppé dans un seul sabot. De *fissipède* qui est le type normal de l'espèce, la race devient *solipède*.

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 37.

» Rien de pareil ne se voit jamais chez l'homme. Dans toutes les races, les pieds gardent leur composition ordinaire, aussi bien chez le Boschisman que chez le Patagon (1)... »

« On aurait pu croire que la tête, à raison de l'importance des organes qui lui appartiennent, échapperait aux modifications. Il n'en est rien, et ici encore la variabilité se montre bien plus grande chez les animaux que chez l'homme. Depuis longtemps Blumenbach avait fait remarquer qu'il y a plus de différence entre la tête du cochon domestique et celle du sanglier, qu'entre celle du Blanc et du Nègre. Il n'est pas une de nos espèces domestiques dont les races ne se prêtent à la même appréciation : il suffit de rappeler les têtes des chiens boule-dogue, lévrier et barbet.

L'étendue des modifications que peut présenter la tête n'est nulle part mieux accusée que dans le bœuf camard, le gnato de Buenos-Ayres et de La Plata. Ce bœuf reproduit dans son espèce des modifications analogues à celles que le boule-dogue présente chez le chien. Toutes les formes sont plus raccourcies, plus trapues. La tête en particulier semble avoir éprouvé un mouvement général de concentration. La mâchoire inférieure, quoique raccourcie elle-même, dépasse la supérieure, si bien que l'animal ne peut brouter aux arbres. Le crâne est tout aussi déformé que la face. Ce ne sont pas seulement les formes des os qui sont modifiées, ce sont aussi leurs rapports, dont presque pas un n'a été vraiment conservé » (2). Cette race parfaitement assise et représentée dans le Nouveau-Monde par deux sous-races, dont l'une a conservé ses cornes, et l'autre les a perdues, n'a jamais été considérée cependant comme une *espèce distincte*, malgré ses caractères si nettement accusés.

De ces faits et de beaucoup d'autres on peut donc con-

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 39.
(2) *Ibid.*, pp. 40-41.

clure que « les limites de la variation sont à peu près toujours plus étendues entre certaines races animales qu'entre les groupes humains les plus éloignés » (1).

Et puisque ces variations n'ont pas empêché les naturalistes de classer dans *une seule et même espèce* les animaux qui les présentent, on ne voit pas pourquoi ils agiraient différemment quand il s'agit de l'espèce humaine. « Si notre bœuf et le gnato ou le tricéros, si le porc normand et le porc solipède, le mouton d'Europe et l'ancon, le biset et le grosse-gorge sont de simples *races* et non des *espèces* distinctes, à plus forte raison peut-on dire qu'il en est de même pour le Nègre et le Blanc, le Mongol et le Peau-rouge » (2).

II. Nous avons expliqué plus haut quelle série de phénomènes permet d'établir une différence tranchée entre les produits du métissage et ceux de l'hybridation. Nous n'avons donc pas à y revenir ici, mais seulement à résoudre cette question : Le croisement entre individus appartenant à deux groupes humains différents, entre un Blanc et un Noir par exemple, présente-t-il les phénomènes du métissage ou ceux de l'hybridation ?

Nous laissons parler M. de Quatrefages, puisque c'est sa doctrine que nous nous proposons de faire connaître à nos lecteurs. « La question ainsi posée est, on peut dire, toute résolue. Il suffit ici d'en appeler au souvenir des lecteurs. Ils savent tous que, partout où le Blanc européen a été conduit par ses instincts d'expansion et de voyages, il s'est uni avec les races locales et a engendré des races métisses. Ils savent que le maître blanc et l'esclave noir ont produit les *mulâtres* que l'on trouve dans toutes les colonies. Ils savent que le Nègre amené en Amérique a donné le jour au *Sambo* par ses unions avec les indigènes. Ils savent que, dans l'Amérique méridionale,

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 41.
(2) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie, p. 42.

le Portugais et les tribus indiennes de la province de Saint-Paul sont depuis longtemps à peu près remplacés par les *Mamalucos*, petits-fils des uns et des autres, qui, sous le nom de Paulistas, occupent aujourd'hui le pays. Ils savent que, dans l'Amérique septentrionale, les métis de Français et de Peaux-Rouges forment la très grande majorité des habitants de la province de Québec au Canada, et que la province de Manitoba est exclusivement peuplée de métis dont l'élément blanc a été surtout emprunté à la race anglaise, mais dont plusieurs ont aussi dans les veines du sang français ou écossais. Ils savent qu'au Mexique il existe tout un vocabulaire spécial distinguant plus de quinze castes de métis, résultant du croisement à tous les degrés du Blanc, du Noir et de l'indigène.

» Le métissage n'a pas lieu seulement entre races humaines se croisant deux à deux. Là où plusieurs de ces races ont été juxtaposées, les unions ont eu lieu en tous sens; et les métis agissant de même, tous les sangs se sont trouvés réunis dans les veines de bien des individus. La belle expérience de Darwin avait été réalisée spontanément et sur une vaste échelle chez l'homme, bien avant que le naturaliste anglais l'eût tentée sur les pigeons. Au Mexique, le *Barsino*, fils d'un *Coyote* et d'une *mulâtresse*, est un triple métis de Blanc, d'Indien et de Nègre. Dans les États-Unis du Sud, le même fait a été bien souvent constaté. Aux Philippines, le *Tagal* et le *Négrito* produisent aussi des triples métis avec l'Espagnol. Enfin une population entière, celle de la République Dominicaine, est à peu près entièrement le résultat du quadruple métissage des anciens insulaires avec des Espagnols, des Français et des Nègres.

» On a prétendu que les individus résultant du croisement ne se propageaient pas; que les mariages entre métis étaient plus ou moins inféconds, et que les unions interlopes entre le Blanc et les races inférieures entretenaient seules une population intermédiaire, qui disparaîtrait bien vite, si elle était abandonnée à elle-même. Ces assertions sont à peu près partout démenties par les faits.

» Sans doute, dans quelques localités où la population métisse n'a d'autre point de départ que la débauche, là où, repoussée également par les deux races parentes, elle est fatalement vouée aux plus tristes passions et aux excès qu'elles entraînent, cette population aura peine à grandir et à se suffire. Mais partout où le croisement s'est accompli dans des conditions à peu près normales, la race enfantée par lui se montre très vivace et très féconde. Aux exemples tirés de l'histoire de Saint-Paul, de Québec, du Manitoba, de la République Dominicaine, on peut ajouter ce qui s'est passé à Pitcairn » (1).

Cette histoire est des plus instructives, et nous en empruntons le résumé à l'*Espèce Humaine*. « En 1789, à la suite d'une révolte, des matelots anglais, au nombre de 9, vinrent s'établir dans le petit îlot de *Pitcairn*, dans l'Océan Pacifique, accompagnés de 6 Tahitiens et de 15 Tahitiennes. Les Blancs s'étant conduits en tyrans, la guerre de race éclata. En 1793, la population était réduite à 4 Blancs et à 10 Tahitiennes. Bientôt la guerre s'alluma de nouveau entre les 4 chefs de la colonie, et Adams resta seul. Mais les unions avaient été fécondes ; les premiers métis grandirent et se marièrent entre eux ; ils eurent de nombreux enfants. En 1825, le capitaine Beechey trouva à Pitcairn 66 individus. Vers la fin de 1830, la population était de 87 individus. En 1856, elle atteignait le chiffre de 193. Malgré les conditions déplorables du début, la race métisse de Pitcairn avait donc presque doublé en 25 ans, et avait presque triplé en 33 ans. Or l'Angleterre, le pays d'Europe le plus favorisé sous ce rapport, ne double sa population qu'en 49 ans. Ainsi les métis de Polynésiens et d'Anglais expatriés ont pullulé à Pitcairn environ deux fois plus que les Anglo-Saxons purs et placés dans leur milieu natal » (2).

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie, pp. 47-49.
(2) *L'Espèce Humaine*, p. 197.

« Même les plus mauvaises conditions sociales n'arrêtent pas souvent le développement des métis. Au Cap de Bonne-Espérance, la loi interdisait le mariage légal aux *Bastards*, fils de Blancs et de Hottentots. Cette population n'en a pas moins grandi de manière à inquiéter ses maîtres qui l'ont reléguée au delà de l'Orange. Là elle s'est groupée, et sous le nom de *Griquas*, elle peuple aujourd'hui toute une contrée jadis déserte.

» Le croisement semble apporter parfois aux enfants un surcroît d'énergie vitale : c'est le cas au Groënland et aux Marquises.

» Tous les autres phénomènes du métissage se montrent d'ailleurs à la suite du croisement entre les races humaines les plus diverses. Le Vaillant a reconnu au Cap, et Hombron au Pérou, que le croisement du Blanc avec la race locale accroît la fécondité. L'atavisme se manifeste aussi bien chez les mulâtres de Pernambouc que chez les métis de Blancs et de Peaux-Rouges d'Ottawa. Enfin même la superfétation a été parfois constatée, à la suite d'unions entre les races blanche et noire, quoique les conditions nécessaires pour qu'elle ait lieu soient bien rarement réalisables.

» Ainsi partout, en tout, le croisement du Blanc avec les groupes humains les plus divers, et de ces groupes entre eux quand ils se trouvent rapprochés, présente les phénomènes caractéristiques de *métissage*, jamais ceux de l'*hybridation*. Ces groupes sont donc *autant de races d'une seule et unique espèce*, et par conséquent il n'existe qu'une seule espèce humaine » (1).

On pourrait fortifier encore ces conclusions en observant, à la suite de M. de Quatrefages, que dans aucune espèce animale *l'entre-croisement et la fusion des caractères* ne sont aussi marqués qu'entre les divers groupes humains (2), — et que l'universalité *du cadre nosologique*

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie, pp. 49-50.
(2) *L'Espèce humaine*, pp. 42-45.

dans les divers rameaux de l'humanité pourrait encore fournir un argument en faveur de l'unité de l'espèce humaine (1). Nous indiquons seulement cet ordre de preuves, on en trouvera le développement aux passages notés.

Nous préférons dire ici pourquoi M. de Quatrefages est si souvent revenu sur cette question de l'unité de l'espèce humaine, pourquoi il s'est si nettement prononcé pour le monogénisme contre le polygénisme. « C'est, répond-il, parce que la science, dans son ensemble et dans une foule de détails, change du tout au tout selon la solution adoptée. »

Qu'on en juge : « Après la question fondamentale de l'unité, vient la question d'*ancienneté*. Celle-ci se pose également dans les deux doctrines ; mais le problème est simple et absolu pour le monogéniste ; il est multiple et relatif pour le polygéniste.

» La question du *lieu d'origine*, qui se présente ensuite, n'existe en réalité que pour celui qui croit à l'unité spécifique des groupes humains.

» Pour le polygéniste, la *question générale des migrations* n'existe pas. Pour les cas particuliers, l'autochtonisme supplée à tout. Celui qui regarde les Polynésiens comme ayant apparu sur les îlots du Pacifique n'a pas à chercher d'où ils peuvent être venus.

» La question de *la formation des races* disparaît en entier pour le polygéniste, puisque les diverses espèces admises par lui ont apparu avec tous les caractères qui distinguent les divers groupes humains. Tout au plus a-t-il à s'inquiéter des résultats de quelques croisements, trop évidents pour être niés.

» La question de l'*homme primitif* n'existe pas pour le polygéniste, puisqu'il retrouve *toutes ses espèces* avec les caractères qu'elles ont eues dès le début » (2).

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie, pp. 229-232.
(2) *L'Espèce Humaine*, p. 212.

De tout cela il résulte que l'anthropologie est une science tout autre pour le monogéniste que pour le polygéniste, et qu'il faut de toute nécessité non seulement prendre un parti, mais l'appuyer de bonnes et solides raisons. De là l'insistance de M. de Quatrefages à traiter cette question capitale.

§ 3. *Autochtonisme ou migrations.*

Dès l'époque quaternaire, l'espèce humaine occupait, au moins par places, les quatre grandes parties du monde, et aujourd'hui elle a des représentants sur la surface entière du globe. Ce fait, reconnu par tous, pose au naturaliste la question suivante :

Ces populations, échelonnées dans le temps et dans l'espace, sont-elles *autochtones*, c'est-à-dire nées sur les lieux mêmes où nous les montrent d'une part la paléontologie, et d'autre part les plus anciennes histoires et les récits des premiers voyageurs ; — ou bien, partie d'un ou de plusieurs points, l'espèce humaine *a-t-elle immigré* de manière à envahir peu à peu son domaine actuel?

Les partisans de l'autochtonisme, qui est une conséquence du polygénisme, sont aujourd'hui en petit nombre. Mais à l'époque où M. de Quatrefrages s'est occupé de cette théorie, l'autochtonisme s'appuyait sur le grand nom et la haute autorité scientifique d'Agassiz, qui admettait neuf centres de création ou royaumes entre lesquels il avait partagé la surface entière du globe, et dont chacun aurait produit ses végétaux, ses animaux, ses hommes, et aurait imprimé sur tous ces êtres un cachet distinctif.

En agissant de cette façon, l'illustre savant semblait oublier, dit son contraditeur, « tous les faits généraux constatés par les zoologistes et les botanistes les plus éminents qui se sont occupés de la distribution géographique des êtres, depuis Buffon jusqu'à Alph. de Can-

dolle » (1). Sans compter que les rapports forcés et arbitraires établis par lui entre les faunes, les flores et les populations humaines d'un même centre ne sont pas justifiés par l'observation. « Il suffit de dire que sa théorie l'a conduit à regarder, comme caractérisant *son royaume arctique,* une seule et même race comprenant toutes les populations boréales, les Lapons comme les Esquimaux. Or les premiers sont au nombre des populations les plus brachycéphales, les seconds comptent parmi les plus dolichocéphales. En outre, les Samoyèdes se rappellent encore leur origine méridionale, et les Tchuktchis sont des allophyles, qui se distinguent de toutes les populations voisines par des caractères tranchés » (2).

M. de Quatrefages n'eut donc aucune peine à battre en brèche la théorie d'Agassiz, soit qu'il l'examinât dans son ensemble, soit qu'il fît passer au crible de sa critique les détails de sa synthèse autochtoniste.

Il avait du reste, pour se prononcer *en faveur du peuplement du globe par migrations à partir d'un point unique,* toute une série d'arguments et une collection de faits qui ne sont pas la partie la moins intéressante de son œuvre anthropologique.

Ces faits, il les oppose à la principale objection des polygénistes-autochtonistes, qui déclarent les migrations des peuples sauvages ou à demi sauvages impossibles pour les raisons suivantes : d'abord, parce que leur état social rudimentaire ne leur assure aucun moyen de défense dans leur marche en avant; ensuite, parce que la nature a dû leur opposer, et sur terre et sur mer, des obstacles de toutes sortes infranchissables pour eux.

Au motif tiré de l'*état social,* le professeur du Muséum répond : « L'imperfection même de l'état social, loin d'arrêter la dissémination de l'espèce humaine, ne pouvait

(1) *Histoire générale des Races Humaines,* 1re partie, p. 128.
(2) *Ibid.,* p. 127.

que la favoriser. Les peuples cultivateurs sont forcément sédentaires; les pasteurs, moins attachés au sol, ont besoin de rencontrer des conditions spéciales. Les chasseurs au contraire, entraînés par leur genre de vie, par les nécessités qu'il impose et les instincts qu'il développe, ne peuvent que se disséminer en tous sens. Il leur faut pour vivre de vastes espaces; dès que les populations s'accroissent, même dans d'assez faibles proportions, elles sont forcées de se séparer ou de s'entre-détruire, comme le montre si bien l'histoire des Peaux-Rouges. Les peuples chasseurs ou pasteurs sont donc seuls propres aux grandes et lointaines migrations. Les peuples cultivateurs seront plutôt colonisateurs.

» L'histoire classique elle-même confirme de tout point ces inductions théoriques. On sait ce qu'étaient les envahisseurs du monde romain, les destructeurs du Bas-Empire, les conquérants arabes. Le même fait s'est produit au Mexique. Les Chichimèques représentent ici les Goths et les Vandales de l'Ancien Monde. Si l'Asie a tant de fois débordé sur l'Europe, si le Nord-Américain a envoyé tant de hordes dévastatrices dans les régions plus méridionales, c'est que, dans ces deux contrées, l'homme était resté barbare ou sauvage » (1).

Quant aux *obstacles naturels*, sont-ils vraiment infranchissables pour des populations dénuées de nos moyens perfectionnés de locomotion? Qu'il s'agisse de migrations *par terre* ou de migrations *par mer*, on peut hardiment répondre que non, et M. de Quatrefages en apporte, entre plusieurs autres, deux exemples caractéristiques que nous reproduisons ici.

Voici d'abord un exemple de grande *migration par terre*. Il s'agit de l'*Exode des Kalmouks* qui, vers 1616, étaient venus de la Chine s'établir dans le Kahanat de Kasan, sur les deux rives du Volga. Sous l'impératrice Catherine, la horde entière, à l'instigation d'un ambitieux Zébeck,

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 134.

imagina de regagner sa patrie primitive. Le 5 janvier 1771, on vit les Kalmouks se réunir sur la rive gauche du Volga. De demi-heure en demi-heure, des groupes de femmes, d'enfants, de vieillards, au nombre de 15 à 20 000, portés sur des chariots ou des chameaux, partaient escortés par des corps de 10 000 cavaliers. Une arrière-garde, forte de 80 000 hommes d'élite, couvrait les derniers émigrants. On évalue cet ensemble de populations à plus de 600 000 âmes.

En sept jours ils avaient franchi plus de cent lieues, par un temps sec mais froid. Bientôt le lait commença à manquer, même pour les enfants, et un clan entier, comptant 9 000 cavaliers, fut massacré par les Cosaques.

Ils n'étaient qu'au début de leurs épreuves. La neige les força de s'arrêter pendant dix jours, et ils durent se mesurer plusieurs fois avec l'armée russe que Catherine avait envoyée à leur poursuite. Pendant l'hiver, d'une rigueur extrême, chaque campement était marqué par des centaines de cadavres gelés.

Aux premiers jours de juin, on traversa la Torgaï, qui se jette dans le petit lac d'Aksakal, près du lac d'Aral. En cinq mois les émigrants avaient fait sept cents lieues, et perdu plus de 250 000 âmes. De toutes leurs bêtes de somme, il ne restait que les chameaux. Après le passage de la Torgaï, il fallut faire face aux Baskirs et aux Kirghises, ennemis héréditaires des Kalmouks, qui étaient venus renforcer l'armée russe, tourner les déserts où l'on serait mort de faim, affronter les chaleurs de l'été non moins meurtrières que les rigueurs de l'hiver.

Enfin, au mois de septembre, la horde arriva sur les frontières de la Chine, et grâce à l'intervention de l'empereur Kien-Long qui se porta à leur secours, les Kalmouks virent la fin de leurs maux, et purent s'établir dans les terres qu'il leur assigna, et où leurs descendants vivent encore (1).

(1) Voir toute cette histoire dans *L'Espèce Humaine*, pp. 135-137.

« L'*Exode des Kalmouks*, conclut M. de Quatrefages, répond donc à tout ce que l'on pourrait avancer au sujet de l'impossibilité des migrations primitives par terre. En huit mois, malgré les rigueurs extrêmes du froid et du chaud, malgré les attaques incessantes d'ennemis implacables, malgré la famine et la soif, cette population a franchi un espace égal en ligne droite au huitième environ de la circonférence terrestre. En tenant compte des détours obligés, il faut peut-être doubler ce chiffre. Après un fait pareil, comment mettre en doute la possibilité de voyages plus longs encore pour une tribu marchant tranquillement, par étapes, et n'ayant à lutter que contre les difficultés du sol ou contre des bêtes fauves » (1) ?

Pour répondre à ceux qui nient la possibilité des *migrations par mer*, M. de Quatrefages s'est livré à de longues et intéressantes recherches sur *la race polynésienne*. Il en a consigné le résultat dans un volume in-4°, publié en 1866, et intitulé : *Les Polynésiens et leurs migrations*. Ce volume, il l'a résumé dans une conférence sur *Les Migrations polynésiennes*, lue en 1877 à la séance publique de la Société d'acclimatation et reproduite dans le volume : *Hommes fossiles et hommes sauvages*. Il a rendu plus sensible encore le résultat de ses études en y joignant une carte, empruntée au Dr Hale, mais complétée par lui, et qui indique graphiquement les voies suivies par les immigrants. Voici les principales conclusions de cet important mémoire. Après les avoir lues, il ne peut rester aucun doute non seulement sur la possibilité, mais sur la réalité des migrations par mer, quelque étendue que soit l'aire de ces migrations.

Ce qui frappe en effet tout d'abord, c'est l'étendue immense du théâtre sur lequel se sont opérées les migrations des Polynésiens. « En joignant par des lignes droites les trois points extrêmes principaux de la Poly-

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 137.

nésie, savoir l'extrémité méridionale de la Nouvelle-Zélande, Taouaï, la plus boréale des îles Sandwich, et l'île de Pâques, on obtient un triangle renfermant la presque totalité des terres polynésiennes. Or les côtés de ce triangle ont, en nombres ronds, 1200, 1300 et 2000 lieues de longueur. La surface du même triangle égale environ trois fois celle de l'Europe entière. Dans ce vaste espace, des îles, des groupes d'îles sont souvent entièrement isolés. L'île de Pâques est à plus de trois cents lieues de ses sœurs ; la Nouvelle-Zélande est à quatre cents lieues de toute terre ; le groupe le plus voisin des îles Sandwich en est éloigné de sept cents lieues » (1).

Peut-on raisonnablement admettre que des hommes dépourvus de nos moyens perfectionnés de navigation et ne connaissant pas la boussole, aient pu franchir de pareils espaces, et atteindre une à une presque toutes ces îles ?

Oui, répond sans hésiter M. de Quatrefages, puisque la science moderne a permis de constater les points suivants : 1° l'endroit d'où sont partis, au moins en majorité, les émigrants qui ont peuplé la Polynésie ; 2° la succession des stations principales qui sont à leur tour devenues des centres secondaires ; 3° la date des plus anciens voyages d'une manière approchée, très suffisante en pareille matière, et celle des plus récents à quelques années près ; 4° certains détails tellement précis et tellement caractéristiques qu'il est impossible de les rejeter sans nier toute valeur au témoignage humain.

Il faudra lire, dans la conférence citée plus haut, les preuves de chacune de ces assertions ; ici nous ne pouvons que les résumer à grands traits.

C'est dans les grandes îles centrales de l'Archipel Malais, et entre autres à *l'île Bouro*, que se forma la race

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages, Études d'anthropologie*, Paris, 1884. — *Migrations polynésiennes*, p. 401.

conquérante, une race métisse à la formation de laquelle avaient concouru des éléments divers, mais où prédominait le sang blanc allophyle. Elle a dû se former à une époque encore indéterminée, mais qui ne peut être de beaucoup antérieure, ni de beaucoup postérieure à l'ère chrétienne. Cette race belliqueuse, entreprenante, familiarisée avec tous les hasards de la mer, a envoyé des colonies d'un côté jusque près des côtes de la Chine, de l'autre jusqu'aux Philippines, mais la majorité des émigrants se dirigea vers le soleil levant.

Mais il est possible d'aller plus loin. On peut en effet suivre les étapes successives par lesquelles la race polynésienne gagna peu à peu toutes les îles orientales du Pacifique. « Partie de Bouro, elle s'est d'abord développée et pour ainsi dire assise dans les archipels de Tonga et de Samoa, d'où elle a rayonné ensuite en divers sens. Bien des essaims, sortis de cette ruche féconde, ont sans doute péri dans les déserts liquides dont ils affrontaient les solitudes, mais un d'eux a eu l'heureuse chance de rencontrer Raïatea, d'où il gagna Taïti. Là s'est formé un second centre dont les colonies ont atteint au nord les îles Sandwich, au sud les Manaïas. Celles-ci ont été la troisième grande station de la race, et ont peuplé tout le sud de la Polynésie, depuis Rapa à l'est jusqu'à la Nouvelle-Zélande à l'ouest. L'œuvre colonisatrice entière s'est accomplie dans l'espace de 1000 à 1100 ans » (1).

« Dans ce long et multiple voyage, la race polynésienne est restée remarquablement semblable à elle-même. Presque partout elle a gardé une homogénéité qui a frappé tous les voyageurs, et qui se retrouvait surtout chez les chefs. Pourtant sur quelques points, aux Sandwich, dans les îles nord des Pomotou, elle s'est rencontrée avec les Micronésiens ; à la Nouvelle-Zélande, elle eut à combattre les Papouas ou Nègres mélanésiens qui

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, p. 412.

l'avaient précédée sur cette grande terre. Mais partout elle fut victorieuse, et s'assimila les représentants de ces types inférieurs; elle leur imposa ses croyances, ses mœurs et sa langue. Le langage en effet, cet élément si mobile, si changeant, surtout chez les peuples sauvages, s'est conservé en Polynésie d'une manière étrange. La langue primitive, le grand polynésien, comme l'appelle Crawfurd, n'a engendré que des dialectes si peu différents les uns des autres que les habitants de Samoa et de l'île de Pâques s'entendent presque à première vue » (1).

« Ainsi, pendant 1000 à 1100 ans, la race polynésienne s'est développée dans un isolement parfait, n'ayant à réagir que sur ses propres tribus, ignorant tout ce qui existait au delà de son empire maritime, dont les savants, comme Tupaïa, connaissaient à peu près l'étendue. Mais environ un siècle après l'arrivée des Maoris à la Nouvelle-Zélande, le 21 octobre 1520, Magellan découvrait le détroit qui porte son nom. Le 28 novembre, il débouchait dans l'océan Pacifique. Le monde polynésien s'ouvrait à l'activité des Européens » (2).

Ce sont les chants maoris, soigneusement recueillis à la Nouvelle-Zélande par sir George Grey, qui ont permis de fixer de la sorte les étapes de ce long voyage. Ce n'est pas tout : ils nous ont conservé les noms des principaux canots, ceux des chefs, les incidents les plus remarquables du voyage, les noms des plantes et des animaux que les émigrants emportaient avec eux, etc... Quant aux dates, elles ont pu être fixées approximativement, grâce aux listes généalogiques pieusement conservées de générations en générations, et qui ont été recueillies, comme les chants historiques, par les colons européens.

En résumé, les faits que nous venons d'indiquer sommairement « contredisent en tout les théories des auto-

(1) *Hommes fossiles et hommes sauvages*, p. 413.
(2) *Ibid.*, p. 414.

chtonistes et conduisent aux conclusions suivantes : La Polynésie, cette région que les conditions géographiques semblent au premier abord isoler du reste du monde, a été peuplée par voie de migration volontaire et de dissémination accidentelle, procédant de l'ouest à l'est au moins pour l'ensemble. Les Polynésiens, venus de la Malaisie et de l'île de Bouro en particulier, se sont établis et constitués d'abord dans les archipels de Samoa et de Tonga ; de là ils ont successivement envahi le monde maritime ouvert devant eux. Ils ont trouvé désertes, à bien peu près, toutes les terres où ils ont abordé, et n'ont rencontré que sur trois ou quatre points quelques tribus peu nombreuses de sang plus ou moins noir » (1).

Des faits, toujours des faits, voilà la seule réponse qu'oppose M. de Quatrefages aux dénégations des autochtonistes. Ces faits si bien étudiés lui permettent de conclure avec Lyell : « En supposant que le genre humain disparût en entier, à l'exception d'une seule famille, fût-elle placée sur l'ancien ou sur le nouveau continent, en Australie ou sur quelque îlot madréporique de l'océan Pacifique, nous pouvons être certains que ses descendants finiraient, dans le cours des âges, par envahir la terre entière, alors même qu'ils n'atteindraient pas un degré de civilisation plus élevé que les Esquimaux ou les insulaires de la mer du Sud. »

Mais si l'espèce humaine a rayonné en tous sens, on peut se demander où placer ce centre privilégié qui a servi de berceau à nos plus lointains ancêtres, et d'où avec le temps ils se sont répandus dans toutes les directions. Voici la réponse que nous donne M. de Quatrefages, dans son *Histoire générale des Races Humaines*.

« On a voulu d'ordinaire chercher ce berceau primitif dans les régions intertropicales, et pour rendre l'hypothèse plus plausible, on est allé jusqu'à supposer l'existence

(1) *L'Espèce Humaine*, p. 147.

passée d'un continent aujourd'hui submergé, situé exactement sous l'équateur, au sud de l'Asie actuelle, et que l'on a nommé *la Lémurie.....* ; en raisonnant ainsi, on oubliait l'ancienneté de l'homme et les révolutions du globe. Les données empruntées à ces deux ordres de faits sont en désaccord avec l'opinion que je viens d'indiquer, et conduisent à des conclusions fort différentes.

» Ces conclusions varient d'ailleurs selon que l'on s'en tient à ce qui existe aujourd'hui, ou bien que l'on remonte aux époques géologiques passées.

» L'étude des populations actuelles et de leurs langues conduirait à placer le berceau de l'espèce humaine en Asie, non loin du grand massif central de ce continent, et dans le voisinage de la région où prennent naissance tous les principaux fleuves qui le sillonnent au nord, au sud et à l'est. Les trois types physiques fondamentaux humains, le blanc, le jaune et le noir, sont représentés autour de ce massif par des populations tantôt pures, tantôt métissées à des degrés très divers. Au nord, au nord-est, au sud-est sont répandues des populations jaunes dont le type est plus ou moins altéré par le mélange avec les Blancs allophyles. A l'ouest, le même type s'est croisé sur de larges espaces avec les Blancs aryans ou sémites. Les Aryans au sud et au sud-ouest, les Sémites au delà dans la même direction complètent la ceinture. Les Noirs, partout rompus, dispersés, et le plus souvent métissés de Jaunes, plus rarement de Blancs, ont laissé leurs traces sur un large espace, au sud du continent, et aussi dans les îles bengalaises, les archipels malais et jusqu'au Japon.

» Les trois types linguistiques, ainsi qu'une foule de langues dérivées qui les relient l'un à l'autre, sont représentés dans les mêmes régions. A l'ouest, au nord-ouest, au nord, au nord-est, à l'est règnent les langues agglutinatives; au sud-est, les langues monosyllabiques. Le domaine des langues à flexion commence au sud-ouest, et forme, au sud de l'Himalaya, une bande dont la position

suffirait presque pour indiquer qu'elle est le résultat d'une conquête. Le centre lui-même est occupé par des peuples jaunes, peut-être métissés de Blancs allophyles, au moins sur quelques points, et qui parlent des langues agglutinatives au nord, des langues monosyllabiques au sud.

» Aucune autre partie du monde ne présente rien de pareil. Si on laisse de côté les migrations modernes et celles que raconte l'histoire, on voit les types physiques occuper partout ailleurs de vastes aires continues, où chacun d'eux conserve sa pureté, tout en se mêlant sur ses frontières avec ses voisins. La distribution des types linguistiques nous montre le même tableau. De ces faits on pourrait conclure que les uns et les autres ont pris naissance là où nous les trouvons encore juxtaposés.

» Il est en effet bien difficile de supposer qu'après s'être constituées dans les contrées les plus diverses, après s'y être créé un langage, un certain nombre de races humaines soient revenues sur leurs pas, pour se grouper autour d'un même point relativement peu étendu. L'histoire des langues et la manière dont elles s'altèrent et se modifient en s'éloignant de cette région centrale, sont d'ailleurs en contradiction absolue avec l'hypothèse des *migrations régressives*. Tout concourt à faire admettre que les vieilles populations ont pris naissance dans le voisinage du grand massif central asiatique, et ont ensuite irradié en tous sens, emportant chacune avec elle la forme de langage qu'elle avait atteinte.

» A ne tenir compte que du présent, on pourrait donc être conduit à penser que notre espèce s'est montrée d'abord dans cette région, qu'elle s'y est multipliée, qu'elle y a séjourné assez longtemps pour que les types fondamentaux physiques et linguistiques y eussent pris naissance, et que de là seulement sont parties les colonies qui ont peuplé le globe.

» Mais en plaçant notre premier berceau dans l'Asie centrale, on laisserait sans explication bien des faits révélés par les études préhistoriques. On ne comprendrait

guère comment, à l'époque quaternaire, on voit arriver ensemble en Europe des animaux jusque-là tertiaires en Sibérie, et les tribus humaines qui leur font la chasse; comment, à la même époque, le globe, jusque-là presque désert, semble se peupler en entier tout à coup, etc..... Il faut donc chercher ailleurs *notre centre d'apparition*.

» Les résultats auxquels sont arrivés les paléontologistes, botanistes et zoologistes, ont jeté un jour tout nouveau sur ce problème, en permettant de reporter bien plus au nord nos origines géographiques. Aux temps tertiaires, le Spitzberg jouissait d'un climat tout au moins tempéré, fort analogue à celui de la Californie habitée de nos jours par quelques-unes des tribus humaines les moins développées, les moins industrieuses. A cette époque, le renne, le mammouth, et son compagnon le rhinocéros tichorhinus habitaient la Sibérie. L'homme, même à ses débuts, a donc pu vivre dans ces régions aujourd'hui glacées. Comme les Diggers des Montagnes Rocheuses, il y aurait trouvé pour se nourrir des fruits sauvages, des baies, des graines, des racines, en attendant que son intelligence rapidement éveillée l'eût mis à même d'atteindre le poisson et le gibier.

» Nous verrons plus tard que cette hypothèse *d'une origine boréale* concorde avec tous les faits connus de l'histoire primitive de l'homme, et permet seule de les coordonner. Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est à elle qu'il faut, je crois, se rattacher.

» J'ai depuis bien longtemps exprimé cette idée dans mon enseignement et dans quelques-uns de mes livres; c'est à l'histoire des mammifères fossiles que j'empruntais la plupart de mes arguments. La paléontologie botanique est venue depuis lors m'en apporter de nouveaux, et j'ai vu avec un plaisir facile à comprendre un de ses représentants les plus autorisés, M. de Saporta, arriver de son côté à des conclusions fort semblables aux miennes. Cet accord entre deux hommes engagés dans des études si différentes et travaillant à l'insu l'un de l'autre, me sem-

ble témoigner hautement en faveur de la manière de voir qui nous est commune..... Tout nous ramène donc à l'Asie, et vers les régions que je viens d'indiquer » (1).

Ainsi, pour M. de Quatrefages, les régions septentrionales de l'Asie sont le véritable *centre d'apparition* de l'espèce humaine, et les régions voisines du massif central asiatique ne sont que le *centre de formation ou de caractérisation* de ses types fondamentaux, blanc, jaune et noir. Notre tâche se borne à exposer, non à discuter ces théories. Mais il n'est pas inutile de remarquer qu'elles sont intimement liées aux idées du savant professeur sur l'existence de l'homme à l'époque tertiaire, dont nous nous occuperons dans l'article suivant. Pour qui n'accepte pas cette donnée, il n'y a aucune raison d'admettre l'origine toute boréale de nos ancêtres préhistoriques.

Résumons en quelques mots les enseignements de M. de Quatrefages sur les trois grandes questions d'anthropologie générale que nous venons d'étudier avec lui : 1° Il se prononce nettement contre le transformisme, quelque forme qu'il revête, et s'en tient à la fixité des espèces végétales et animales, et en particulier à la fixité de l'espèce humaine. 2° Il croit qu'une paire unique a été la souche de tous les groupes humains, passés et présents, quelle qu'en soit l'apparente variété. 3° Que les descendants de ce couple primitif, apparu dans les régions septentrionales de l'Asie, plus tard profondément diversifiés autour du massif central asiatique, se sont ensuite répandus, par voie de migrations, sur le globe tout entier. Ce sont là des résultats importants et dignes de fixer l'attention des naturalistes.

Nous exposerons, dans un prochain article, les solutions apportées par le professeur du Muséum aux divers problèmes soulevés par les découvertes préhistoriques.

D. Le Hir.

(1) *Histoire générale des Races Humaines*, 1re partie, pp. 131-134.

LA DÉFINITION PHILOSOPHIQUE

DE LA VIE (1)

La philosophie recherche les raisons dernières des faits que l'observation vulgaire a spontanément constatés et que la science, dans ce qu'elle a de *descriptif,* a analysés, discernés, classés.

Aussitôt que le savant, franchissant les limites de l'observation et de l'analyse, se donne pour mission de *comprendre par leurs causes supérieures* les faits qu'il est parvenu à grouper et à classer, il entre dans le domaine de la philosophie.

Nous ne croyons pas, pour notre part, qu'il y ait une distinction essentielle à établir entre la science, entendue dans le sens élevé du mot pour la connaissance des choses *par leurs causes*, et la philosophie. La philosophie n'est que la science des sciences, c'est-à-dire, la science plus générale des sciences particulières, l'effort de l'esprit pour comprendre par leurs causes *suprêmes* les faits observés. La science et la philosophie ont ceci de commun qu'elles ne s'arrêtent pas à constater et à décrire ce qui est, mais

(1) Cette étude est tirée d'un ouvrage en voie de publication qui a pour titre : *Études psychologiques*.

qu'elles visent à s'en rendre compte, à répondre, par un appel à des causes supérieures et par conséquent plus générales, au pourquoi de ce qui est. « Connaître *qu'*une chose est et savoir *pourquoi* elle est, c'est deux, dit Aristote, et savoir pourquoi elle est c'est la rattacher à une cause antérieure. Tous nous sommes persuadés que nous avons la *science* d'une chose, lorsque nous croyons connaître la raison pour laquelle elle est, la cause qui fait qu'elle est et qui ne permet pas qu'elle soit autrement » (1).

Nous avons jugé cette introduction nécessaire, pour montrer qu'en traitant de la définition philosophique de la vie, nous ne sortons pas du programme d'une revue scientifique, et aussi pour justifier le procédé que nous allons suivre, en consultant les données du sens commun et les conclusions autorisées des sciences biologiques, avant de passer à la définition de la vie.

§ 1. Qu'est-ce que la vie pour le vulgaire? — § 2. Qu'est-elle pour le savant? — § 3. Que doit-elle être par conséquent pour la philosophie?

§ 1.

CE QUE C'EST QUE LA VIE POUR LE VULGAIRE.

Un savant anglais, M. Morgan, eut naguère l'idée de faire dire à une bande d'écoliers ce que c'était pour eux qu'un animal vivant.

Voici quelques-unes de leurs réponses :

1. Les animaux se donnent du mouvement, ils mangent, ils grandissent.

2. Les animaux mangent, croissent, respirent, sentent (au moins pour la plupart), et dorment.

(1) *Analyt. post.*, lib. I, cap. XIII, 45, et cap. II, 10, ed. Didot.

3. Prenez un chat, par exemple : il commence par être un petit chat ; il mange, il boit, il joue, il grandit, et quand il est devenu un grand chat, il fait à peu près la même chose que le petit chaton, avec cette différence qu'il est plus paresseux et qu'il ne grandit plus. A la fin il devient vieux et il meurt. Mais il peut avoir des petits avant de mourir.

4. Un animal a une tête et une queue, quatre pattes et un corps. Il vit, mais ce n'est pourtant pas la même chose qu'une plante (1).

Si nous voulons faire l'analyse de ce que l'observation a suggéré à ces enfants dont nous venons de retracer les essais naïfs, nous remarquerons que ce qui les frappe, c'est le mouvement que l'animal paraît se donner à lui-même [1], le jeu auquel il se livre [3] et qu'il interrompt par le sommeil [2] ; ce sont les différentes phases de son développement [1, 2 et surtout 3], ses fonctions de nutrition et accessoirement de reproduction [1, 2 et 3] ; enfin c'est la forme spéciale de l'organisme animal dont la tête, la queue et les quatre pattes présentent à l'imagination de l'enfant le type le plus accoutumé [4].

Nous retrouverons tout à l'heure, naturellement avec plus d'ordre et de précision, mais sans différence bien essentielle, les mêmes traits distinctifs de la vie chez les naturalistes et les biologistes.

Les sauvages, dont le jugement rudimentaire est comparable à celui de l'enfant, prêtent communément la vie, semble-t-il, à tout ce qui présente l'aspect d'un mécanisme compliqué capable de se donner du mouvement.

Thomson raconte que lorsque les habitants de la Nouvelle-Zélande virent aborder le vaisseau du capitaine Cook, ils crurent que c'était une baleine qui avait des ailes. Au début de ses Principes de Sociologie, Herbert Spencer (2)

(1) C. Lloyd Morgan. *Animal Life and Intelligence*, ch. I. — London, Edward Arnold, 1891.

(2) *The Principles of Sociology*, ch. IX, § 65 et 66.

rapporte quelques autres traits du même genre qui, s'ils ne sont peut-être pas absolument authentiques, sont au moins très vraisemblables, entre autres que les Boshimans auraient voulu donner du fourrage à un wagon de chemin de fer, et que les Esquimaux auraient pris un orgue de barbarie et une boîte à musique pour deux êtres vivants dont le premier avait dû donner naissance à l'autre.

A nous tous du reste, encore maintenant, un être vivant, vu de haut, nous apparaît comme un ensemble, plus ou moins compliqué, de parties hétérogènes reliées entre elles, et capable de se mouvoir autrement que ne le font les corps bruts, dont les mouvements uniformes sont exclusivement à la merci des influences extérieures.

Ce n'est pas à dire cependant que le vulgaire n'ait pas d'autre témoignage de l'activité vitale que le mouvement extérieur, d'apparence spontanée, qui a son siège dans les êtres organisés. Lorsqu'il agit, qu'il marche, qu'il pense ou raisonne, qu'il veut ou se détermine, l'homme peut avoir conscience de l'activité qu'il déploie et se surprendre là dépensant sa vie. Mais la conscience de soi, outre qu'elle est intermittente et relativement rare chez ceux dont la pente naturelle est de se répandre au dehors, n'existe que pour soi ; elle ne peut donc fournir un criterium *extérieur* et *général* de la vie.

Passons à la notion de la vie en sciences naturelles.

§ 2.

CONCEPTION SCIENTIFIQUE DE LA VIE.

Nous élargirons plus tard notre conception de la vie, afin qu'elle soit applicable à tout ce qui, sous n'importe quelle forme et à n'importe quel degré de l'échelle des êtres, jouit des caractères essentiels de la vie. Mais, pour

le moment, nous faisons abstraction des manifestations supérieures de la vie immatérielle et nous nous attachons à considérer la vie dans ses plus humbles commencements, la vie des algues et des infusoires, en un mot, la vie végétative, la seule d'ailleurs dont s'occupent les sciences biologiques.

Or, pour l'homme de science, qu'est-ce que cette vie ? Qu'est-ce que l'être vivant ?

Si nombreuses et si divergentes que soient dans leurs détails ou leur expression les définitions que les savants nous fournissent de la vie, il y a cependant une idée maîtresse qui se dégage de toutes et que Littré, ce savant doublé d'un philosophe et d'un homme de lettres, a très exactement rendue : *La vie est l'état d'activité de la substance organisée ; la substance vivante, c'est la substance organisée;* ou, pour tout dire en une seule formule : *L'activité vitale désigne l'ensemble des fonctions propres aux substances organisées.*

Si donc nous voulons préciser cette notion scientifique de la vie, il nous faut rechercher quelle est la notion que le savant se fait de la *substance organisée* et des *fonctions* qui sont propres aux êtres organisés.

Or, aux yeux du naturaliste, toute substance organisée est une cellule ou du moins a été originairement une simple cellule ; quelle que soit aujourd'hui la complication de ses organes et de ses fonctions, elle n'en est pas moins issue, par un processus de différenciation progressive, d'une cellule primordiale, et ses fonctions n'en sont pas moins essentiellement réductibles aux fonctions élémentaires d'une simple cellule.

Notre premier souci sera donc de connaître l'organisation de la cellule et d'en comprendre les fonctions essentielles.

A cet effet, c'est la nutrition surtout qu'il nous faudra étudier, car c'est la nutrition qui constitue la fonction primordiale de la vie organique.

Aussi, pour déblayer le terrain, et nous permettre de concentrer notre attention tout à l'heure sur la nutrition et principalement sur la nutrition de la cellule, nous croyons utile de commencer par un travail préliminaire de simplification et d'élimination ; nous voulons montrer que les fonctions des organismes supérieurs, si multiples et si variées soient-elles, se concentrent autour du phénomène de nutrition. Les unes, en effet, préparent la nutrition, telles sont les fonctions de *digestion* et d'*absorption*, de *circulation* et de *respiration;* les autres secondent la nutrition et servent à la régulariser en débarrassant l'organisme des déchets qui viennent l'encombrer, telles sont les *sécrétions,* les unes digestives, les autres éliminatrices de différentes glandes de l'économie.

Pourquoi, en effet, les organismes supérieurs ont-ils besoin d'appareils, en apparence si compliqués, pour la digestion, la circulation de la lymphe et du sang, la respiration ?

C'est que bon nombre des substances qui doivent servir à nourrir ces organismes supérieurs sont naturellement solides et ne sont par conséquent pas assimilables comme telles par les éléments tissulaires; la *digestion* a pour rôle de les rendre absorbables et de leur permettre de passer par osmose dans les vaisseaux capillaires qui entourent l'intestin, c'est la fonction d'*absorption.*

L'aliment est donc ainsi préparé ; il faut le distribuer. Comme tous les tissus ont besoin de se nourrir, l'aliment assimilable doit être mis à la portée de chacun d'eux, et c'est à quoi sert, dans les organismes qui sont répandus sur une surface plus ou moins considérable, l'appareil circulatoire ; la distribution de l'aliment à tous les tissus relève de la fonction de *circulation.* Envisagés dans leur ensemble, les échanges nutritifs peuvent être appelés des combustions ; les aliments fournissent les éléments combustibles, l'air extérieur fournit l'oxygène comburant.

L'appareil *respiratoire* n'a pas d'autre rôle que d'introduire l'oxygène de l'air dans les poumons, pour que là il se fixe sur les globules rouges du sang dans les capillaires pulmonaires et soit porté ensuite avec le sang dans la profondeur des tissus. Encore une fois donc, la respiration est une fonction subsidiaire de la nutrition.

Quant aux *sécrétions,* nous venons de le dire, les unes servent à la digestion, ce sont celles des glandes salivaires, de l'estomac, du pancréas, de l'intestin et peut-être du foie ; les autres, comme celles des reins, du foie, ou des glandes sudoripares, par exemple, éliminent les déchets inutiles ou nuisibles à l'économie.

Donc réellement les fonctions, les plus diverses en apparence, des organismes supérieurs se ramènent à la nutrition, et comme la nutrition des tissus d'un organisme complexe ne diffère pas essentiellement de la nutrition élémentaire d'une cellule, c'est sur les fonctions de la cellule et par conséquent sur la nutrition cellulaire que nous devrons tout d'abord concentrer notre attention.

Avant tout, qu'est-ce qu'une cellule?

La cellule est une substance organisée, c'est-à-dire composée de parties hétérogènes qui forment solidairement un tout individualisé (1). (Voir la planche, fig. 1.)

Il y a dans une cellule deux parties constitutives principales, que l'on peut appeler le *corps de la cellule* et le *noyau.*

Le *corps cellulaire* est ce que l'on appelle plus spécialement du nom de *protoplasme,* ou, comme s'exprime Huxley, la base physique de la vie, bien que, dans une acception plus générale, toute la cellule soit du protoplasme. On désigne, en effet, communément sous le nom collectif de protoplasme toute la *substance vivante proprement*

(1) " La cellule est une masse structurée et vivante de protoplasme entourée d'une membrane et hébergeant un noyau. „ J.-B. Carnoy, *Biologie cellulaire,* p 186.

dite dont sont formés et le corps de la cellule et le noyau, par opposition au liquide cellulaire, mélange d'eau et de substances dépourvues de vie dissoutes ou tenues en suspension dans l'eau. Une partie du protoplasme prend une forme réticulée et porte le nom de *réseau* ou de *reticulum* protoplasmique ; il est formé de substances protéiques plus résistantes que les albuminoïdes ordinaires, et renferme dans ses mailles, outre le liquide cellulaire dont nous parlions tout à l'heure, du protoplasme moins résistant.

La couche limitante externe du corps cellulaire prend dans un très grand nombre de cellules une certaine consistance qui lui fait donner le nom de *membrane*. La membrane présente souvent une structure réticulée apparente, ce qui permet de croire qu'elle dérive du protoplasme par une simple différenciation.

Le *noyau* (1) vit à l'intérieur du protoplasme, c'est comme une cellule dans une cellule ; à son tour, il est entouré d'une membrane, *membrane nucléaire;* il comprend une *charpente réticulée* protoplasmatique, un *filament nucléinien* et un *suc nucléaire* ou *enchylème* renfermé dans les mailles du reticulum (2).

Il y a vraisemblablement continuité organique entre les éléments du reticulum nucléaire et les fibrilles constitutives du protoplasme, de sorte que, malgré sa grande complexité, la cellule n'en forme pas moins une véritable unité.

Dans le principe, c'est cette unité organique élémentaire qui accomplit à elle seule les fonctions qui se loca-

(1) " Le noyau, dit M. Carnoy, est une manière de cellule logeant un filament tortillé de nucléine, jouissant d'une certaine autonomie, mais ne pouvant vivre qu'à l'intérieur du protoplasme, et doué en outre d'une structure particulière. On peut en effet y distinguer trois parties également organisées : une membrane, une portion protoplasmatique et un élément nucléinien ". *La Cellule*, t. I, p. 194.

(2) Comme la substance dont est formé en grande partie le noyau, la *nucléine*, prend facilement les matières colorantes, on l'appelle assez communément *chromatine*.

lisent plus tard, aux degrés plus élevés de l'échelle de la vie, dans des tissus et des organes spéciaux.

La cellule, tout comme les organismes supérieurs, *se nourrit, s'accroît et se développe, se divise et se reproduit,* et est le siège de divers mouvements que l'on attribue à l'*irritabilité* du protoplasme.

Parcourons rapidement ces diverses fonctions.

Voyons ce que c'est que ce mouvement qui emporte sans relâche la matière vivante, tâchons d'en saisir la variété et d'en entrevoir l'intensité, afin d'arriver à nous faire une idée aussi objective que possible de ce que c'est que la vie.

Car vivre, c'est se mouvoir ; la vie est un mouvement.

La *nutrition* comprend deux ordres de phénomènes, l'assimilation et la désassimilation.

L'*assimilation*, c'est la synthèse de substances organiques et la formation de la substance organisée. L'assimilation comprend donc deux phases bien distinctes : une première phase, dans laquelle la cellule transforme, de manière à les rendre utilisables, les substances qu'elle emprunte au milieu extérieur ; une seconde phase, dans laquelle ces substances transformées deviennent parties intégrantes de la cellule, entrent dans l'organisation de l'être vivant. C'est à cette seconde phase que s'applique rigoureusement le nom d'*assimilation.*

La *désassimilation* consiste en une désagrégation, soit de la substance même de la cellule, soit des matériaux transformés par elle, mais non employés à sa réparation (1) ; c'est la scission de la molécule organique ou de l'élément organisé en différents produits dont les uns, par exemple l'acide carbonique, sont éliminés, tandis que les autres, en se combinant avec les substances alimentaires, reforment la molécule primitive et rentrent ainsi dans le courant d'assimilation.

(1) Beaunis, *Nouveaux éléments de physiologie humaine*, 3e, édit., I, p. 372.

Au point de vue mécanique, l'assimilation a pour effet un accroissement, la désassimilation une dépense d'énergie ; la première est un mouvement *an-énergique*, comme dit Bernstein, c'est-à-dire un mouvement ascendant, une accumulation d'énergie potentielle (1) ; la seconde est un mouvement *cat-énergique* ou descendant, une transformation d'énergie potentielle en énergie actuelle.

Comme, chez les végétaux, l'assimilation l'emporte sur la désassimilation, tandis que c'est l'inverse qui a lieu chez les animaux, il y a dans la nature organique, envisagée dans son ensemble, une sorte de mouvement rythmique d'un règne à l'autre, les végétaux accumulant de l'énergie, et les animaux l'utilisant soit sous forme d'énergie mécanique, comme dans la contraction musculaire, soit sous forme d'énergie physique ou d'énergie chimique, comme dans la production de la chaleur vitale et dans les fonctions digestives.

Si, après cela, on veut se faire une idée de la *variété* et de l'*intensité* du mouvement nutritif, que l'on réfléchisse à la complexité extrême de ce petit être microscopique que l'on appelle une cellule et que nous avons décrit tout à l'heure.

Indépendamment des parties structurées, dont l'organisation est poussée tellement loin que même aux plus forts grossissements on ne peut y apercevoir de limites, et qui cependant, elles aussi, sont soumises à la loi de la rénovation moléculaire, il y a, dans le protoplasme cellulaire, un mélange de composés chimiques qui déconcertent jusqu'à présent, par leur nombre et leur complexité, les recherches pourtant si patientes et si multipliées de la chimie moderne.

Il y a d'abord certains composés minéraux, des sels, par exemple ; il y a ensuite, en beaucoup plus grand nom-

(1) Voir plus bas.

bre, des composés propres aux êtres organisés, soit des composés azotés, tels que l'albumine, et en termes plus généraux les substances albuminoïdes, soit des composés non azotés, tels que les sucres, les graisses, les hydrates de carbone.

Les hydrates de carbone et les graisses ne sont que des substances ternaires, mais les substances albuminoïdes sont composées au moins de quatre, souvent de cinq corps simples et au delà, savoir l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le soufre, etc.; et bien que l'on n'en connaisse pas la constitution moléculaire, les chimistes les plus autorisés évaluent à des centaines et même à des milliers les atomes qui entrent dans la composition de la molécule albuminoïde. Que l'on ajoute à cela une grande proportion d'eau, plusieurs ferments, et l'on se fera une idée approximative de la complexité énorme du protoplasme et des transformations chimiques qui se passent dans son sein.

Et avec quelle *mobilité* ces phénomènes s'accomplissent!

La nature a accumulé ici toutes les causes qui facilitent la circulation de la matière et favorisent ses transformations.

Une quantité considérable *d'eau* conserve à l'état de solution les substances destinées à réagir au sein du protoplasme.

L'*azote* domine dans les substances plasmiques, toutes les substances albuminoïdes en renferment. Il serait sans doute hasardé d'assimiler les matières albuminoïdes aux matières explosives, attendu que la composition des unes et des autres est toute différente; c'est cependant un fait digne de remarque que toutes nos substances explosives, la poudre, les fulminates, sont des composés azotés.

L'*oxygène*, ce réactif puissant entre tous, est constamment introduit dans la cellule par le processus respiratoire.

En outre, il y a dans le protoplasme des composés *isomères* et *polymères* en grand nombre : formés des mêmes

éléments, en même quantité soit absolue, soit au moins relative, ils se prêtent à des arrangements moléculaires multiples et variés et donnent ainsi naissance, selon l'interprétation courante parmi les chimistes, aux propriétés physiques et chimiques les plus différentes.

Enfin les composés chimiques des substances protoplasmiques sont généralement endothermiques, et il est par conséquent dans leur nature de restituer au milieu extérieur le calorique qu'ils ont dû absorber pour se combiner.

Ces causes, que nous ne faisons qu'indiquer, nous expliquent quelles doivent être l'*étendue* et l'*intensité* de ce double courant d'assimilation et de désassimilation qui constitue la *nutrition* du protoplasme.

Ce n'est pourtant pas, tant s'en faut, tout le mouvement vital de la vie cellulaire.

Le mouvement vital de la nutrition est avant tout d'ordre *chimique* et par conséquent *atomique*, encore que les phénomènes de *polymérie* et de *métamérie*, qui s'y mêlent, soient plutôt regardés comme des arrangements ou des mouvements moléculaires.

Mais il y a d'autres mouvements *physiques* ou *moléculaires* qui se passent sans relâche au sein de la cellule vivante. Il suffit de tenir pendant quelques secondes le regard fixé au microscope sur une portion de la substance protoplasmique pour la voir changer de forme et de place, circuler au sein de la cellule, vraisemblablement pour porter à toutes les parties du tissu cellulaire leur aliment approprié.

A vrai dire, ces mouvements gyratoires du protoplasme comporteraient déjà le nom de *mouvements de masse*, mais il y en a d'autres, chez les êtres vivants, qui réclament cette qualification à meilleur titre : ce sont ces mouvements extrêmement variés que les physiologistes rattachent à l'*irritabilité du protoplasme*. Tels sont les mouvements de déplacement de certains êtres monocellulaires, de l'amibe, par exemple, ou les mouvements « amiboïdiens » d'organismes plus compliqués ; tels les mouvements de con-

traction des muscles, les excrétions des glandes, les réflexes qui répondent aux excitations des terminaisons nerveuses : autant de phénomènes, fort disparates d'ailleurs, que les histologistes rattachent à une propriété fondamentale du protoplasme, son « excitabilité » ou son « irritabilité ».

Qu'est-ce que l'*irritabilité?*

Le terme n'est pas facile à définir, encore que les biologistes tombent assez aisément d'accord sur ses applications.

L'*irritabilité,* dit Richet, c'est la propriété de répondre par un mouvement à une force extérieure (1).

Mais une pierre que je pousse du pied répond aussi par un mouvement à une force extérieure. Elle n'est pourtant pas irritable.

Tout ce qui a vie est *irritable*, écrit Beaunis, c'est-à-dire réagit en présence d'une excitation (2).

Mais, encore une fois, qu'est-ce qui ne réagit pas en présence d'une excitation ?

Ce n'est pas la réaction, comme telle, c'est le mode *spécial* de sa réaction qui caractérise le tissu vivant.

On a dit que l'irritabilité consiste dans le pouvoir de développer une quantité considérable d'énergie sous l'influence d'une cause minime qui laisserait sensiblement indifférente une substance inorganisée.

On pourrait répliquer : Et la poudre, est-elle irritable ? Elle développe pourtant une quantité considérable d'éner-

(1) C'est, ajoute le physiologiste français, le caractère fondamental de tout être vivant. Glisson, et surtout Haller, continue-t-il, ont employé ce mot qui est excellent. S'il est bien compris, il donne en quelque sorte l'explication de toute la physiologie et par conséquent de la psychologie générale.

En tout cas, la vie de relation des animaux se ramène à ce terme unique : *irritabilité,* c'est-à-dire réponse à l'excitation extérieure. L'irritabilité est la *loi* générale de la vie; elle comprend à la fois la sensibilité, puisqu'un être n'est sensible que s'il est irritable, et le mouvement, puisque tout mouvement de l'animal suppose la provocation de ce mouvement par un agent extérieur. Richet, *Essai de psychologie générale,* p. 9.

(2) *Nouveaux éléments de physiologie humaine,* I, p. 361.

gie sous une influence qui semble hors de proportion avec le résultat qu'elle détermine.

Ce n'est pas la *quantité* de la réaction qui caractérise l'activité des tissus organisés, c'est sa *qualité*.

D'où vient donc cette façon de parler des physiologistes!

A prendre les choses de haut, le tissu organisé est *contractile*. La manifestation la plus apparente de la contractilité est celle de la fibre musculaire. Sous l'influence de certaines excitations mécaniques, physiques ou chimiques, la fibre musculaire a le pouvoir de diminuer son diamètre longitudinal et d'augmenter son diamètre transversal : ce mouvement de la fibre s'appelle une *contraction* musculaire. Dans les conditions normales, la fibre contractée a le pouvoir de revenir d'elle-même à son état primitif, c'est-à-dire de *se relâcher*. Il y a donc dans l'activité d'un muscle une alternance de contraction et de relâchement, un rythme bien caractéristique qui a fait donner au pouvoir distinctif de la fibre musculaire le nom de *contractilité*. Il suffit d'accorder aux filaments du protoplasme cellulaire ou moléculaire le pouvoir de se contracter d'une façon analogue à celle du muscle, pour être amené à attribuer d'une façon générale à la matière fondamentale de la vie organique dans les deux règnes la propriété dite *contractilité* ou, en un terme plus vague, *irritabilité*.

Dès lors, comme tous les phénomènes qui se produisent dans les organismes vivants, contraction proprement dite, sécrétions, activité nerveuse, etc., sont censés devoir leur origine au protoplasme primitif plus ou moins différencié, il devenait naturel de chercher à rendre compte des manifestations les plus variées de la vie des organismes supérieurs par une propriété tout à fait générale du protoplasme : c'est cette propriété qui a pris le nom élastique d'*irritabilité*. A vrai dire, cette propriété n'explique rien ; c'est la désignation globale d'un ensemble de propriétés, les propriétés des éléments tissulaires des orga-

nismes, plutôt qu'une définition ou même qu'une dénomination précise d'une propriété déterminée. « L'irritabilité n'est pas, comme on l'a cru, observe Beaunis, exclusive aux éléments contractiles, elle est générale ; tous les éléments doués de vie la possèdent ; seulement la réaction, c'est-à-dire la manifestation consécutive à l'irritation, varie suivant la nature de l'élément irrité : pour la fibre musculaire, c'est une contraction ; pour la cellule glandulaire, une sécrétion ; pour la cellule épithéliale ou connective, une multiplication cellulaire; pour la cellule nerveuse, un des modes divers de son activité, perception, sensation, ou tout autre. »

Fermons cette parenthèse sur la définition de l'irritabilité, et poursuivons notre analyse du mouvement vital.

Il y a donc dans la cellule vivante, outre les mouvements *chimiques* de la nutrition, outre les mouvements *physiques* intracellulaires du protoplasme, des mouvements *de masse* extrêmement variés qui sont dus à l'irritabilité du protoplasme.

Mais ces mouvements eux-mêmes ne sont pas un but dernier dans le fonctionnement de la vie, ce sont des *moyens*, des moyens au service de la cellule qui, en se nourrissant, en faisant agir ses tissus, s'accroît, se divise, se développe, en un mot parcourt les différentes phases qui constituent *le cours d'une vie chez un être organisé.*

Quelles sont ces phases différentes ?

Chez les protozoaires, la vie de la cellule a pour terme une simple division cellulaire. La cellule se nourrit, s'accroît par la nutrition, et, à un moment donné, se divise en deux moitiés qui deviennent bientôt semblables à la cellule d'où elles sont issues, et sont capables de se multiplier à leur tour.

C'est la vie sans fin, semble-t-il, la vie immortelle. La cellule-mère ne meurt pas, ne laisse pas de cadavre ; les deux cellules-filles ne sont que des parties de la cellule

primitive qui se poursuit dans sa descendance. Telle est la thèse de Weismann (1). Les organismes unicellulaires sont immortels, dit-il ; la mort n'apparaît qu'avec les métazoaires ; là il n'y a plus que certaines cellules privilégiées, à savoir les cellules reproductrices, que l'on puisse regarder comme immortelles ; les autres, c'est-à-dire les cellules « somatiques », n'ont qu'une existence éphémère, elles périssent avec l'individu qu'elles concourent à former. Au surplus, chez les êtres qui se reproduisent par fécondation, la cellule primitive est le fruit de l'union de deux cellules-parentes dont chacune isolément serait stérile, et la vie de la cellule fécondée ne se résume pas en un nombre plus ou moins considérable de simples divisions, mais embrasse une série extrêmement compliquée de phénomènes de différenciation et de développement que l'on désigne globalement sous le nom d'évolution embryonnaire.

Nous reviendrons plus loin sur les phénomènes du développement de l'embryon.

Nous voulons considérer maintenant le phénomène primordial de la division cellulaire, peu importe d'ailleurs que la cellule qui se divise constitue à elle seule un être complet monocellulaire ou qu'elle soit la première cellule de segmentation d'un être polycellulaire.

A vrai dire, même chez les protozoaires, la vie semble bien n'avoir pas la pérennité qu'avait rêvée Weismann, car il paraît que tôt ou tard les produits de la division de la cellule primitive sont impuissants à se reproduire s'ils ne régénèrent, par un phénomène d'accouplement, c'est-à-dire de véritable fécondation, leur vitalité épuisée (2).

(1) Weismann : *La Question de la transmissibilité héréditaire des caractères acquis.* Biologisches Centralblatt, B^d VI, n. 2. Voir la collection des principaux mémoires de Weismann, publiée par Poulton, etc. Oxford, 1891, *Life and Death*, p. 160. — Cfr Delbœuf, Revue philosophique de Paris, mars et avril 1891.

(2) M. Maupas a publié dans les Archives de zoologie expérimentale et générale de Lacaze-Duthiers, année 1888, un mémoire extrêmement remarquable intitulé : *Recherches expérimentales sur la multiplication des*

Mais cela importe peu : l'essentiel est de noter que pour nous, qui envisageons les phénomènes de la vie dans leur ensemble, il y a lieu de distinguer *dans le cours de la vie des êtres vivants en général* les phénomènes de *la division cellulaire*, ceux de *la fécondation* et ceux de *l'évolution des embryons.*

Commençons par *la division cellulaire.*

Les cytologistes distinguent deux modes principaux de division cellulaire : la division *directe* et la division *indirecte.*

La division *directe* n'offre rien de bien remarquable : c'est tout simplement la scission de la cellule en deux par une sorte d'étranglement progressif de la membrane, du protoplasme et du noyau, sans que ces éléments subissent dans leur intimité de changement bien notable. La division directe est du reste à l'état d'exception dans la nature, et certains biologistes la regardent comme une sorte de dégénérescence pathologique de la vie normale de la cellule.

Tout autre est la division *indirecte*, dite aussi *caryocinèse* (κάρυον, noyau, et κίνησις, mouvement) à raison des phénomènes extraordinaires qui se passent dans le noyau au moment de la division.

infusoires ciliés, où il décrit les résultats de ses recherches sur les phénomènes sexuels chez les protozoaires. Il a expérimenté notamment sur les Stylonichies, *Stylonichia pustulata.* Il a suivi la division de cet infusoire jusqu'à la 316e division. Il a vu les produits successifs de la division se réduire de plus en plus, et à partir d'un certain moment manifester de moins en moins d'inclination pour la conjugaison, et les unions, quand alors elles se font, se montrer de moins en moins heureuses; vers la 230e génération, les unions sont ordinairement stériles; plus loin encore, les individus s'atrophient et ne cherchent plus à se conjuguer.

Pour que la vie de l'espèce se perpétue, il faut que deux individus différents, que l'on peut considérer comme sexués, s'unissent et se fusionnent partiellement. C'est vers la 130e génération qu'apparaissent ces individus soi-disant sexués. Pendant environ une cinquantaine de générations subséquentes, les conjugaisons sont nombreuses et, la conjugaison faite, les conjoints semblent revivifiés et le cycle des générations agames peut recommencer.

L'immortalité des protozoaires n'est donc qu'apparente. Ici, comme partout dans les deux règnes de la vie organique, l'individu naît, vit et meurt ; l'espèce seule se perpétue.

Quelle merveille! Si l'on n'avait suivi de ses yeux ces phases étonnantes de la division et de la multiplication de la cellule, on se refuserait à y croire. Et pourtant non, ce n'est pas du roman, c'est de l'histoire, une histoire qui se répète journellement des milliards et des milliards de fois dans la nature.

« La première fois que j'en fus témoin, dit Rindfleisch (1), grâce à l'obligeance du professeur Flemming qui avait mis ses préparations à ma disposition, je me demandai à moi-même avec stupéfaction : Quoi, est-ce ton esprit qui a passé là? La cellule a-t-elle donc la même intelligence que toi? Si l'on était chargé de partager en deux un long filament comme celui-là, s'y prendrait-on autrement que ne le fait la nature? »

Les filaments de nucléine qui, dans un noyau à l'état quiescent, semblent n'avoir pas d'orientation particulière, prennent, au moment où le noyau va se diviser, une disposition déterminée ; ils perdent leur aspect habituel et s'enroulent en forme de *peloton*, plus ou moins serrés, plus ou moins disjoints, selon le degré d'avancement de cette *première phase* que l'on peut appeler *de forme pelotonnée*. (Voir fig. 2 et 3.)

La concentration et, selon toute apparence, l'augmentation de la nucléine déterminent une réaction énergique de l'élément nucléinien sur les matières colorantes, ce qui aide à mettre en relief les stades successifs du processus. Au second stade, le peloton se segmente ; les produits de la segmentation se plient d'habitude en forme d'anses, ce qui leur a fait donner le nom *d'anses chromatiques;* d'autres auteurs les appellent des *chromosomes*. C'est la *phase de segmentation* ou, si l'on veut, de l'individualisation des chromosomes (2).

(1) Rindfleisch, *Arztliche Philosophie*, Festrede gehalte am 2ten Januar. 1888, im Würzburg, S. 16.

(2) C'est ainsi que la désigne M. Vialleton dans un article qui a paru dans la *Revue scientifique*, le 28 mai de cette année, après que notre travail manuscrit était achevé et avait fait l'objet de nos leçons à l'Institut philosophique de Louvain en décembre 1891 et en janvier 1892.

La phase suivante est caractérisée par la formation d'une *couronne* ou *plaque équatoriale*. Au cours des deux phases précédentes, un certain nombre de filaments très ténus, insensibles aux colorants de l'élément nucléinien, et appelés pour cela *filaments achromatiques*, se réunissent en forme de fuseau. Les anses chromatiques glissent le long des fils du fuseau et vont se ranger dos à dos à l'équateur du fuseau nucléaire. La figure formée par ces anses entrecroisées simule une espèce d'étoile ou de couronne, ou une plaque, selon le point de vue sous lequel on la considère, ce qui justifie le nom que les biologistes ont adopté pour caractériser cette partie du processus de la division cellulaire, *phase de la couronne ou de la plaque équatoriale* (fig. 4-6).

Chose remarquable, les branches de ces anses chromatiques groupées à l'équateur sont en nombre égal des deux côtés de l'équateur, huit, douze, seize, vingt-quatre, généralement sinon toujours, dit M. Éd. Van Beneden, des multiples de quatre.

Toute notre attention a été concentrée jusqu'ici sur le noyau; portons-la un instant sur la cellule, car à côté de la caryocinèse, il y a la cytodiésèse, et rien n'autorise à affirmer que les phénomènes de la division nucléaire, pour être plus apparents grâce aux substances colorantes que l'on a pu trouver pour les mettre en lumière, priment en importance réelle les phénomènes qui se passent au sein du protoplasme. Le contraire pourrait bien être vrai.

Toujours est-il que, concurremment avec les figures caryocinétiques que nous avons décrites jusqu'à présent, il se forme aux pôles du fuseau des étoiles achromatiques brillantes, des *astres*, comme on les a appelées; elles se trouvent aux deux extrémités d'un axe perpendiculaire au plan équatorial et sont rattachées l'une à l'autre au moyen du fuseau achromatique (fig. 4-6). Les deux *astres* seraient, selon l'interprétation de M. Éd. Van Beneden (1), deux

(1) *Archives de biologie*, IV, p. 550.

centres d'attraction comparables à deux pôles magnétiques. Le fait est que leur apparition coïncide avec un arrangement régulier des fibrilles treillissées du protoplasme et de la substance nucléaire achromatique par rapport à ces centres, de la même manière qu'un aimant provoque l'arrangement stellaire de la limaille de fer sur la feuille de papier sous laquelle se trouve placé l'aimant.

Si nombreux et si variés que soient les phénomènes dont nous avons esquissé la description jusqu'à présent, ils ne constituent ni une division cellulaire, ni même une division nucléaire proprement dite : ce sont des phénomènes *préliminaires* à la division du noyau.

C'est après la disposition des filaments du réseau nucléinien en peloton, après la segmentation du peloton et la réunion des segments, en forme de couronne, à l'équateur du fuseau nucléaire, c'est alors et alors seulement que se produit, à proprement parler, la division du noyau.

Les anses chromatiques se sectionnent *longitudinalement* de façon que chacune d'elles est l'origine de deux anses de dimensions égales (1).

C'est là le phénomène central de la division cellulaire.

Les phases précédentes étaient destinées à le préparer ;

(1) « C'est là, observe M. Vialleton, dans l'article cité plus haut, un moyen à la fois très élégant et très sûr de partager la chromatine des anses en moitiés rigoureusement égales; il serait, en effet, assez difficile d'arriver autrement à ce but, étant donné que les deux branches d'une même anse sont le plus souvent inégales en longueur, et que leur sectionnement au niveau du pli de l'anse donnera deux fragments inégaux. Le mécanisme de cette division est peut-être favorisé par ce fait que les anses seraient constituées par deux files parallèles de grains (microsomes de Balbiani) assez facilement séparables, peut-être réside-t-il uniquement dans la traction en deux sens opposés, exercée sur une anse par les fils du fuseau, comme nous le verrons plus loin. Loin de faire cependant de cette division le résultat d'actions purement mécaniques, Boveri, qui a étudié avec soin la division cellulaire, regarde la formation des anses jumelles comme une manifestation vitale personnelle, un acte de reproduction des éléments chromatiques, opinion qui paraît tout à fait soutenable, si l'on réfléchit que la division en deux d'un corps préexistant est certainement le mode de reproduction le plus simple et le plus primitif. »

celles qui vont suivre sont destinées à l'utiliser pour la reconstitution de deux nouveaux noyaux et ultérieurement de deux nouvelles cellules.

A partir de ce moment, les anses chromatiques dédoublées s'éloignent de l'équateur, elles s'infléchissent de façon à tourner leur convexité vers les pôles, leur concavité vers le plan équatorial; disposées ainsi face à face, elles cheminent vers les pôles et vont y former deux couronnes analogues à celle qu'elles formaient ensemble à l'équateur : ce sont les *couronnes polaires,* ou, d'un seul mot, le *dyaster* de Flemming (fig. 7-9).

Il suffit alors que les segments se rejoignent pour reformer les filaments nucléiniens ; une membrane enveloppante se forme, elle isole la partie centrale de la cellule, du corps cellulaire ou cytoplasme, et le nouveau noyau est constitué.

Ainsi s'opère la multiplication du noyau, soit que la cellule reste unique et donne ainsi naissance à une cellule binucléée ou, par la suite, multinucléée, soit que la division du noyau soit suivie de la division du protoplasme cellulaire et que la cellule primitive engendre ainsi, par la formation d'un sillon circulaire transversal et comme par une sorte d'étranglement, deux cellules distinctes et complètes (1).

Les jeunes noyaux et le protoplasme des cellules-filles s'accroissent alors par le moyen de la nutrition, jusqu'à ce qu'à un moment donné chacune d'elles recommence, pour son compte, la série de transformations qui l'a amenée au jour.

(1) M. Carnoy propose d'appeler du nom de cytodiérèse le phénomène complet de la divison cellulaire; ce phénomène ainsi entendu embrasse deux périodes, la division du noyau ou la karyodiérèse, et la division partielle ou totale du protoplasme ou la plasmodiérèse. Les mouvements si remarquables de la karyodiérèse, il les appelle d un seul mot la karyocinèse, figures karyocinétiques, par opposition au mode moins compliqué de la division, par étranglement ou par sténose. Il estime d'ailleurs que ces deux modes de division ne sont pas aussi opposés l'un à l'autre qu'il semble; entre ces deux modes extrêmes, il y a toutes les transitions et tous les degrés de combinaison imaginables.

Ce processus de division cellulaire est le mode élémentaire de reproduction des êtres inférieurs.

Chez les êtres plus élevés dans l'échelle de la vie, qui demandent le concours de deux sexes différents pour se reproduire, le phénomène déjà si compliqué de la division cellulaire est précédé, nous l'avons déjà noté, d'une série de phénomènes préliminaires dont l'aboutissement définitif est la *fécondation*.

Quels sont ces phénomènes préliminaires? Qu'est-ce que la fécondation à laquelle ils aboutissent?

Ces phénomènes préliminaires, chez l'*Ascaris megalocephala* où on les a principalement étudiés, se résument dans le rejet par l'ovule et par le zoosperme d'une partie de leur contenu cellulaire. La cellule-œuf élimine d'ordinaire deux portions successives de son noyau, ce sont les globules polaires; la partie restante, appelée pronucleus-femelle, est l'œuf à féconder.

Le zoosperme, de son côté, se débarrasse également d'une partie de son contenu cellulaire, et la cellule ainsi réduite devient le spermatozoïde ou le pronucleus mâle.

Le pronucleus mâle vient ainsi compléter la cellule-œuf réduite de la façon que nous venons de dire, ou le pronucleus femelle, et en faire une nouvelle cellule complète.

Cette reconstitution d'une cellule aux dépens de deux cellules réduites, d'une cellule revivifiée et pourvue de toute l'énergie nécessaire pour se transformer, en passant par une série de stades de plus en plus complexes, en un individu semblable au parent, tel est essentiellement le phénomène de la fécondation.

Nous revenons ainsi aux phénomènes de division cellulaire décrits plus haut.

La première cellule embryonnaire, dite cellule de segmentation (1), va se diviser (fig. 11[a]). Lors de cette division,

(1) Voir chez O. Hertwig, *Traité d'embryologie*, Paris, Reinwald, 1891, la fig. 30. Différents stades de la segmentation, p. 50.

le pronucleus mâle et le pronucleus femelle concourront chacun pour moitié à la formation des anses chromatiques et par suite à l'édification des noyaux-fils.

A la première segmentation succède bientôt, après une première période de repos, une deuxième segmentation, puis une troisième, une quatrième et ainsi de suite. Chaque fois, le noyau et le protoplasme de chacun des blastomères repassent par toute la série des transformations que nous avons décrites pour la première segmentation. Les deux premières cellules-filles se divisent donc rapidement en 4, puis celles-ci en 8, 16, 32, 64 segments ou blastomères. Ce processus continuant à se renouveler, l'œuf se transforme en un amas sphérique de cellules, auquel on donne le nom de *morula*, parce que les diverses cellules qui le constituent font à sa surface de petites saillies, ce qui lui donne l'aspect d'une mûre (1) (fig. 11[b-d]).

Ce germe pluricellulaire éprouve certaines modifications qui ont pour résultat d'écarter les cellules embryonnaires et de creuser au milieu du germe une petite *cavité de segmentation*, remplie d'un liquide. Étroite au début, cette cavité s'élargit progressivement, de telle sorte que le germe augmente beaucoup en surface, en même temps que les cellules qui en occupaient primitivement le centre deviennent superficielles. Le germe, arrivé à ce stade, prend le nom de *blastula* (fig. 12).

La blastula n'est donc qu'une sphère creuse dont la paroi est constituée par une ou plusieurs couches de cellules. Un seul processus a présidé à sa formation, c'est celui de segmentation.

A partir de ce stade, l'évolution embryonnaire va visiblement se compliquer.

C'est de cette sphère, en effet, que vont sortir ces organismes adultes si compliqués où tant d'organes hétérogènes concourent à la constitution d'un être capable de se

(1) *Ibid.*, p. 62.

nourrir, de se multiplier, peut-être de sentir et de se déplacer dans l'espace.

Il nous serait évidemment impossible de montrer, même à grands traits, les différentes directions que prennent les germes élémentaires des organismes vivants pour former cette richesse extraordinaire de types que les naturalistes ne suffisent pas à classer dans les deux règnes de la vie.

Ici aussi cependant, ici surtout, semble-t-il, la nature réalise les effets les plus compliqués et les plus variés par des moyens d'une simplicité qui semble presque puérile.

Deux principes généraux dominent toute l'ontogénèse, *le principe de l'accroissement inégal* de la couche de cellules qui forment la membrane périphérique de la blastula, et *le principe de la division du travail* et de la différenciation histologique.

Quels sont les principaux faits que l'on embrasse sous le nom de loi ou de *principe de l'accroissement inégal* de la couche cellulaire?

Supposé que les différents éléments constitutifs d'une membrane cellulaire ne se divisent jamais que d'une façon *uniforme,* la sphère primitive pourra bien s'épaissir ou s'étendre en surface, le diamètre de la sphère augmentera, mais la forme extérieure restera invariablement la même et l'embryon ne franchira pas le stade de la blastula où nous l'avons jusqu'ici considéré.

Mais qu'au milieu de cette membrane de cellules il se produise, plus rapidement que sur les points voisins, un certain nombre de divisions cellulaires, que la division se fasse perpendiculairement à la surface de la membrane, la membrane prendra aussitôt une extension marquée. En même temps, elle exercera une pression sur les cellules environnantes qu'elle tendra à écarter. Mais si celles-ci résistent, elles formeront à la membrane, selon l'expression de His, une sorte de cadre rigide qui l'obligera à se plisser. Que le processus continue, et il se formera, aux dépens de la membrane primitive, une partie morphologiquement distincte du reste, un organe spécial.

La membrane de la blastula enveloppant une cavité, le plissement peut se faire soit vers l'intérieur de la cavité, *par invagination* (fig. 13), soit à la surface extérieure, *par évagination*.

C'est par un processus d'invagination que la couche de cellules qui constitue la paroi de la blastula forme ce que l'on a appelé les deux premiers feuillets germinatifs de l'embryon. La couche forme, en se plissant, une sorte de bourrelet rentrant, lequel va s'accentuant et forme comme une doublure à la couche périphérique; cette doublure ou ce feuillet interne c'est l'*endoderme,* le feuillet externe c'est l'*ectoderme.*

Un double plissement de l'endoderme forme le *mésoderme* (fig. 14). Voilà donc les trois feuillets germinatifs primordiaux qui dérivent, par une simple formation de replis, de la couche cellulaire primitive.

Les glandes, le système nerveux central, certaines parties des organes des sens, etc., sont formés par invagination.

Les papilles de la langue, les villosités intestinales qui donnent à la surface de la muqueuse de l'intestin grêle un aspect velouté, sont formées par une sorte d'évagination.

Ajoutez à ce double processus de plissement intérieur ou extérieur les modifications formées par *résorption* de segments de la couche cellulaire, telle la perforation de l'orifice buccal, de l'orifice anal, de fentes branchiales, etc., ou par *fusionnement,* telle la fermeture des fentes branchiales, la formation des glandes, du foie, par exemple, et vous aurez les grandes lois du développement de la forme extérieure d'un embryon, depuis la première segmentation cellulaire jusqu'aux stades les plus compliqués des organismes adultes.

Le *second principe* qui gouverne l'évolution embryogénique, c'est, disions-nous, celui *de la division du travail et de la différenciation histologique.*

Au bas de l'échelle de la vie, on ne connaît pas jusqu'à présent l'existence d'organes spéciaux pour l'accomplissement des fonctions, multiples cependant, dont l'être vivant se montre doué. Mais à mesure que l'on s'élève aux degrés supérieurs, on voit les fonctions se localiser dans des organes distincts, formés de tissus spéciaux, la motilité appartenir au tissu musculaire, la sensibilité résider dans le tissu nerveux, la fonction de reproduction à certain tissu glandulaire spécial, et ainsi de suite. C'est, dit Hertwig, « en vertu de la loi de la division du travail et de la différenciation histologique qui en est la conséquence. »

Mais la division du travail, qu'est-ce autre chose que la spécialisation et la localisation des fonctions ? Or pour qu'un groupe localisé de cellules accomplisse une fonction spéciale, ne faut-il pas qu'elles soient déjà histologiquement différenciées ? La spécialisation des fonctions ou « la division du travail » n'est donc pas la cause, mais la conséquence de la différenciation des tissus.

Mais alors, dira-t-on, d'où vient la différenciation des tissus ?

Il doit manifestement exister dans la cellule elle-même, antérieurement à la différenciation histologique et à la division du travail physiologique qui en est la conséquence, une raison explicative de l'une et de l'autre.

Il est naturel de supposer ensuite que les différences morphologiques des éléments de l'organisme cellulaire entraînent des différences dans leur mode de nutrition. Chaque élément anatomique emprunte au suc protoplasmique l'aliment qui lui convient. La nutrition accentue donc les différences primordiales de l'organisme cellulaire ; au cours de la prolifération des cellules, chaque groupe homogène de cellules ayant la propriété d'absorber dans le protoplasme certaines substances déterminées, se modifie de plus en plus en se les assimilant, et l'on comprend ainsi que des tissus distincts se forment progressivement et se réservent alors le travail physiologique en

harmonie avec leur constitution histologique particulière.

Et que l'on n'objecte pas que la cellule ne révèle point, même à l'état rudimentaire, les différenciations qui seraient supposées correspondre à la diversité multiple des tissus futurs.

On sait, en effet, que la cellule, cette masse microscopique de protoplasme, que jadis l'on croyait amorphe, est d'une complication telle que les plus forts grossissements ne permettent pas d'y assigner des limites.

Et si l'on objectait qu'en fait aucun histologiste n'a vu dans le tissu cellulaire la différenciation même rudimentaire de chacun des éléments anatomiques dont nous avons besoin, nous répondrions au nom de la logique qu'il n'est pas permis de nier une chose pour la simple raison qu'on ne l'a pas vue.

Qui donc oserait se flatter d'avoir tout vu ou d'être en mesure de jamais tout voir ?

Arrêtons-nous. Nous sommes arrivés au terme de la première partie de notre étude sur la notion *scientifique* de la vie.

L'être vivant, nous avaient dit les biologistes, c'est l'être organisé, et les fonctions de la vie sont celles qui sont dépendantes de l'organisation.

Pour étudier l'être organisé et les fonctions qui lui sont propres, il nous fallait descendre, ajoutaient-ils, à l'organisation élémentaire de la cellule et en considérer les fonctions.

Nous avons donc étudié d'abord l'organisation de la cellule.

Puis nous avons regardé de près son fonctionnement et nous avons vu qu'il se révèle sous la forme d'un mouvement intense, extrêmement complexe, atomique ou chimique, moléculaire ou physique, et de masse ou mécanique.

Ce mouvement lui-même, si compliqué soit-il déjà, est emporté dans un mouvement plus large au moyen duquel

la cellule primordiale accomplit le cours de sa vie individuelle et perpétue la vie de l'espèce. L'orbite plus large de ce mouvement nouveau embrasse la *croissance* de l'individualité cellulaire ; puis sa *multiplication* ou sa reproduction, soit par simple division cellulaire, soit par une préparation préalable d'éléments de sexes différents destinés à former par leur union une cellule nouvelle *fécondée*, c'est-à-dire revivifiée et capable de proliférer; et enfin la segmentation progressive de cette cellule primordiale et son *développement* par voie de différenciation histologique et de division du travail jusqu'à la constitution définitive des organismes complexes qui peuplent les deux règnes.

Dans la *seconde partie* de cette étude *scientifique,* nous allons tâcher de dégager les conclusions générales que nous suggère la première.

Nous tâcherons de synthétiser les résultats de notre analyse et de déterminer quels sont les caractères essentiels et de l'*être organisé* que nous avons vu décrire et du *mouvement vital* dont nous avons observé les phases successives.

Nous comparerons alors le mouvement vital au mouvement des êtres qui ne vivent pas et nous nous approcherons ainsi du but final de tout notre travail, la définition philosophique de la vie.

Quels sont donc les caractères distinctifs essentiels de l'*être organisé ?*

C'est la *coordination* de ses organes et de ses éléments anatomiques, c'est la *subordination* de leurs fonctions.

Soit que l'on considère les organes à l'œil nu, soit qu'on étudie microscopiquement leurs éléments, ils ne nous apparaissent jamais comme disjoints, jetés pêle-mêle au hasard des circonstances ; ils sont reliés les uns aux autres suivant une disposition régulière, dépendant l'un de de l'autre, se balançant l'un l'autre, et concourant par leur structure respective à la constitution harmonieuse *d'un tout* dont ils sont les *parties.*

Milne-Edwards, l'éminent naturaliste du Muséum de Paris, a admirablement mis en lumière cette corrélation des organes dans les organismes. Prenant pour exemple la dent carnassière du lion (voir fig. 15), il montre comment la structure de ce seul organe, l'examen de ses particularités permettent de déduire la structure du reste du corps et l'histoire presque entière de l'animal, tant est général l'accord qui règne entre la conformation de chacun de ces instruments et l'ensemble de l'organisation. « Ainsi, observe-t-il, par la seule inspection de cette dent carnassière, nous pouvons dire que l'animal à qui elle a appartenu devait avoir une charpente osseuse destinée à porter cet organe et à soutenir aussi toutes les parties du corps ; il avait donc un squelette : or, cette charpente interne n'existe jamais sans qu'elle ait à protéger un axe cérébro-spinal. L'animal, par cela seul qu'il avait cette dent, avait donc nécessairement un cerveau, un cervelet, une moelle épinière et des nerfs nombreux ; et ce cerveau et ces nerfs supposent à leur tour l'existence d'organes des sens servant à établir des rapports entre l'animal et le monde extérieur. Par le mode de structure de cette dent, on peut affirmer qu'elle appartenait à un animal pourvu d'un appareil circulatoire très complet, et dont les os se développent de façon à constituer autour des germes dentaires une loge profonde, caractère qui ne se voit que chez certains quadrupèdes ; on peut même affirmer que ce quadrupède était un mammifère. Par la forme de cette même dent, on voit encore qu'elle est destinée à couper de la chair ; elle appartenait donc à un mammifère carnassier. Mais, pour digérer la chair dont il se nourrissait, ce carnassier devait avoir un estomac et des intestins conformés d'une certaine manière, et, pour s'emparer de sa proie, il lui fallait des organes de locomotion et de préhension. En poursuivant ce raisonnement, on arrive, de déduction en déduction, à déterminer tous les caractères les plus saillants de l'animal ; et les relations

qui existent entre les diverses parties de l'économie animale sont si fixes que, même dans les cas où la raison de ces rapports est inconnue, on peut souvent être certain qu'ils ne manqueront jamais, et qu'on peut s'en servir d'une manière en quelque sorte empirique pour compléter l'histoire de l'être qu'on étudie. C'est de la sorte que l'on voit souvent se traduire, pour ainsi dire, au moyen de signes externes, le mode de structure des organes les plus cachés, et c'est de la sorte aussi que, par l'étude de débris d'ossements enfouis dans les diverses couches du globe, on est arrivé à connaître le mode de conformation d'une foule d'animaux dont la destruction complète a précédé de longtemps l'existence de l'homme sur la terre. Cuvier est le premier qui soit parvenu ainsi à reconstituer les animaux perdus, et c'est là un des plus beaux titres de gloire de ce naturaliste éminent. »

Dès les débuts, du reste, de la vie embryonnaire, les êtres vivants manifestent la coordination merveilleuse qui prépare les organismes futurs.

Nous avons décrit longuement plus haut les phases diverses de la division cellulaire. Est-il possible de rien imaginer de plus harmonieusement beau? Et lorsqu'on réfléchit au nombre, à la variété de ces divisions cellulaires et aux relations presque infinies qui doivent s'établir entre les cellules qui en dérivent pour constituer finalement un organisme complet, pourrait-on ne pas redire avec le savant professeur de Wurzbourg : « Est-il vrai que la cellule n'est que matière, ou y a-t-il une intelligence comme la nôtre qui est logée là? »

Car enfin, à ne tenir compte que des éléments engagés dans l'organisme avec les forces que nous leur retrouvons en dehors du règne de la vie ou après la décomposition des substances organisées, rien n'empêche qu'ils aillent de çà de là s'entasser en chaos ; rien n'exige qu'ils se différencient en tissus variés; laissés à eux-mêmes, selon toutes les prévisions du calcul des probabilités, ils

suivraient les caprices du hasard et n'engendreraient que le gâchis.

Or, en fait, les éléments cellulaires vivants et les cellules s'associent en groupes réguliers, l'hétérogénéité de chacun des groupes s'accuse en même temps que se maintient l'homogénéite de ses éléments, les tissus se forment, les organes et les appareils se constituent, tandis que ces unités anatomiques, si multiples et si variées soient-elles, ne cessent pas cependant d'appartenir à une unité supérieure, qui est celle de l'organisme entier.

Est-ce à dire que certains éléments anatomiques ne puissent pas se détacher de l'ensemble et jouir néanmoins, dans leurs conditions nouvelles d'isolement, de telles ou telles propriétés qu'ils manifestaient dans leur état d'union? Nous sommes loin de le soutenir. L'*unité* n'est pas la *simplicité.* L'organisme est *un,* ses parties constitutives sont harmonieusement coordonnées dans une unité *indivisée* ou indivise, mais *l'indivision* n'est pas *l'indivisibilité ;* rien n'empêche par conséquent que tel élément qui *actuellement fait partie* d'un tout organisé, ne forme, l'instant d'après, une réalité isolée douée des propriétés compatibles avec les conditions que son isolement entraîne. Ce qui importe, et c'est ce que nous avons voulu souligner, c'est la mutuelle dépendance des éléments anatomiques, aussi longtemps qu'ils font partie de l'individualité organisée, et le caractère tout relatif de chacun d'eux dans l'unité constitutive de l'ensemble.

Cette première unité en suppose une autre, que nous avons appelée unité de *subordination* ou de *nature.*

Par *nature,* nous entendons le sujet individuel lui-même, mais en l'envisageant à un point de vue spécial, celui des activités dont il est originairement le principe, et de leur convergence vers le terme auquel elles viennent finalement aboutir.

Dire que l'être vivant témoigne d'une unité de nature, c'est donc dire que les *fonctions* que ses organes accom-

plissent sont mutuellement dépendantes et *hiérarchiquement subordonnées* à un terme ultime qui n'est autre que la conservation et le bien-être du sujet vivant et de son espèce.

Milne-Edwards rappelle à ce propos la loi formulée par Jussieu sous le nom de *principe de la subordination des caractères*. « Il est évident, par exemple, que chez un mammifère, dont le système dentaire est disposé pour couper de la chair et pour saisir une proie vivante, le tube digestif doit être approprié au régime carnassier, et diffèrera de celui d'un animal herbivore ; mais cet appareil digestif resterait inactif si l'animal n'était organisé de manière à pouvoir s'emparer de la proie dont il doit se nourrir : il faut que ses mouvements soient rapides et puissants ; il lui faut donc un système de leviers favorablement disposés pour la locomotion, et des muscles d'une grande énergie ; or, l'énergie des contractions musculaires suppose une respiration active ; et les rapports de l'atmosphère avec la profondeur de l'organisme ne peuvent se bien établir qu'à l'aide d'une circulation rapide des liquides nourriciers. Ce régime carnassièr nécessite aussi chez l'animal chasseur des organes des sens très parfaits pour le guider dans la recherche de sa proie, et des instruments de préhension, pour qu'il puisse s'en saisir lorsqu'il l'aura atteinte. La disposition du système nerveux, du squelette, de l'appareil de la circulation, et des organes respiratoires devra donc être en harmonie avec le caractère particulier de l'appareil digestif, ou plutôt toutes ces parties seront, à certains égards, dans une dépendance mutuelle dont la nécessité est évidente. »

Est-ce à dire qu'il y ait chez l'être organisé une ou plusieurs fonctions d'ordre supérieur, des « caractères dominateurs », comme disait Cuvier, entraînant toujours à leur suite un certain ensemble de propriétés secondaires dont ils seraient la source originelle ?

Non ; la subordination d'un agent physiologique à un

autre n'est que *relative :* tous sont, à leur rang hiérarchique, subordonnés au fonctionnement normal de l'ensemble.

Nous avons montré plus haut comment, chez les organismes compliqués, les fonctions multiples de digestion et d'absorption, de circulation et de respiration, de sécrétion enfin, sont en connexité avec la fonction de nutrition.

La nutrition à son tour est dépendante de l'irritabilité du protoplasme, tout comme l'irritabilité du protoplasme est dépendante de la nutrition.

Il est manifeste, en effet, que les filaments du protoplasme ne conserveraient pas leur pouvoir contractile s'ils n'étaient pas constamment renourris par les substances nutritives du protoplasme, et le protoplasme lui-même ne poursuivrait pas indéfiniment son travail d'assimilation et de désassimilation s'il n'était pas sous la dépendance d'un tissu vivant, dont la propriété distinctive est tout juste d'ouvrir ses mailles aux substances étrangères et de les refermer pour en exclure les déchets qui lui sont devenus nuisibles ou inutiles.

Mais il n'y a aucune raison de considérer une de ces fonctions comme « dominant » l'autre ; toutes les deux, au contraire, sont dominées par les causes plus profondes en vertu desquelles l'individu évolue et l'espèce se conserve.

Cette domination se fait sentir jusque dans les profondeurs des tissus et des éléments anatomiques.

Ceux-ci ont sans aucun doute leur autonomie relative. Le tissu musculaire se contracte, le tissu glandulaire sécrète, chaque cellule se nourrit à sa façon, emprunte au liquide nourricier les substances qui répondent à ses affinités électives spéciales ; mais cette autonomie est essentiellement *relative,* c'est-à-dire subordonnée aux exigences de l'ensemble. La contraction du tissu musculaire, la sécrétion des glandes ne vont pas à l'infini, elles sont limitées aux besoins de l'organisme ; la nutrition des cellules est limitée, leur appétit est réglé, s'il est permis

d'ainsi dire, réglé en quantité et en qualité, par les besoins de la plante ou de l'animal.

Virchow compare l'autonomie des cellules à la liberté des citoyens dans un État : chaque citoyen a sa sphère d'activité propre, mais limitée par la sphère d'activité du voisin et par les exigences du bon ordre social et du bien général.

Telle est donc la double unité de constitution et d'activité, unité morphologique et physiologique qui marque de son empreinte les êtres organisés.

A vrai dire même, cette unité n'est pas double, mais simple. Car, en définitive, l'*organe* est pour la *fonction;* si la substance *est*, c'est pour *agir*, de sorte que la première unité rentre dans la seconde, et par conséquent l'ordre entier que révèle la vie organique se résume dans *l'unité de nature* des êtres organisés.

C'est ce qu'avait très bien aperçu le génie d'Aristote.

Au livre II de son *Traité de l'âme* (1), il oppose d'abord les corps de la *nature* aux composés artificiels faits de main d'homme, et il se demande alors ce qui, dans les corps de la nature, fait que les uns sont capables de vivre tandis que les autres ne le sont point. Ce qui fait qu'un corps de la nature est capable de vivre, répond-il, c'est qu'il est *organisé*.

Et qu'est-ce que l'organisation?

L'organisation d'une substance consiste en ce qu'elle possède des parties dissemblables douées chacune d'une fonction spéciale et concourant toutes ensemble à une même unité d'être et d'action. Telle est la plante, le plus simple des organismes, avec ses feuilles, son écorce, ses racines ; tel, à plus forte raison, l'animal ou l'organisme humain.

Aussi, conclut le Stagyrite, dire qu'un corps est animé ou capable de vivre, c'est dire qu'il est organisé : ce sont deux formules équivalentes.

(1) *Traité de l'âme*, liv. II, ch. I. Cfr S. Thomas, *Comm. in h. l.* Lect. 1ª.

Et si intime est l'union du premier principe de vie ou de l'âme avec l'organisme qu'il informe, qu'on peut les assimiler à un morceau de cire et à la figure que nos doigts lui impriment.

Kant n'a fait que reprendre la même idée lorsqu'il a dit : « Dans un organisme, les parties sont pour le tout et le tout est pour les parties. »

Voilà donc *une première définition de la vie* ou, plus exactement, de l'être vivant : *L'être vivant,* tel qu'il se révèle à nos sens dans le monde corporel, *c'est la substance qui réalise les conditions d'organisation.*

C'est la vie considérée morphologiquement ou, si l'on veut, à l'état statique.

Considérons-la maintenant à l'état dynamique, ou physiologiquement; en d'autres mots, examinons de plus près le mouvement vital des êtres organisés.

Le lecteur aura remarqué, il est superflu que nous attirions son attention sur ce sujet, que, dans toute l'étude qui précède, le mouvement est pris dans une acception très large, plus large que celle qui lui est assez communément attachée dans les sciences physiques ou mécaniques. Pour nous, le mouvement désigne d'une façon globale tous les changements qui se passent dans le fonctionnement de la vie des êtres organisés. C'est l'application au règne organique de la conception philosophique d'Aristote sur laquelle nous reviendrons *ex professo* plus loin.

Quel est donc le mouvement vital ainsi entendu, c'est-à-dire, *quels en sont les caractères distinctifs,* et comment ceux-ci s'opposent-ils aux caractères de l'activité mécanique, physique ou chimique des êtres inorganisés?

Tel est l'intéressant problème qu'il nous reste à élucider.

Nous dirons en premier lieu *quel n'est pas* ce mouvement, nous dirons ensuite positivement *quel il est.*

Contrairement à une idée assez communément répandue

chez les philosophes spiritualistes et qui est suggérée par les observations hâtives du sens commun, le mouvement vital n'est *pas spontané,* dans ce sens qu'il aurait sa cause adéquate dans l'être vivant lui-même ; il est dépendant des influences extérieures, il est toujours *provoqué.* L'activité vitale n'est pas un commencement absolu ou une création, mais une transformation, déterminée par une excitation initiale du dehors.

En d'autres mots, le mouvement vital est soumis aux lois générales du déterminisme, et Claude Bernard a eu grandement raison d'insister sur l'application des méthodes expérimentales à l'étude des phénomènes de la vie.

Cette dernière affirmation a besoin d'être brièvement expliquée et justifiée.

Les deux grandes lois qui régissent le monde matériel, ce sont les lois de la conservation de la matière et de la conservation de l'énergie.

Rien ne se perd, rien ne se crée, disait Lavoisier ; c'est la formule de la première loi, ou même, si l'on veut, des deux lois réunies.

L'homme *emploie* la matière, il n'a le pouvoir ni d'en créer, ni d'en annihiler une parcelle.

Il *emploie* l'énergie sous une forme pour la reproduire sous une autre ; il emploie de la chaleur pour produire des effets mécaniques, ou inversement de l'énergie mécanique pour produire de la chaleur ; mais une forme quelconque d'énergie ne se produit jamais qu'aux dépens d'une autre et exactement en proportion avec elle, de sorte que l'homme ne crée et n'anéantit pas plus l'énergie qu'il ne crée ni n'anéantit la matière (1).

(1) Nous croyons faire plaisir au lecteur en lui mettant sous les yeux un extrait remarquablement clair d'un ouvrage qui vient de paraître, où les notions auxquelles nous faisons allusion dans le texte sont très fidèlement présentées. Il s'agit d'un ouvrage de MM. Henri Gautier et Georges Charpy, intitulé : *Leçons de chimie à l'usage des élèves de mathématiques spéciales,* Paris, Gauthier-Villars, 1892. Voici l'extrait :

« Une portion de matière pondérable est caractérisée par sa *masse.* On dit

Or, disons-nous, les principes de la conservation de la masse et de la conservation de l'énergie semblent s'appliquer aux organismes aussi bien qu'aux corps inorganisés.

« Sans doute, observe Claude Bernard, la nature vivante emploie les procédés spéciaux des éléments histologiques (cellules ou fibres organisées) qui n'appartiennent qu'aux êtres vivants, mais les phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans les corps vivants ne sont pas eux-mêmes d'une autre nature que ceux qui s'accomplissent en dehors de l'organisme dans le règne minéral. Le chimiste peut imiter et *refaire* dans son laboratoire, en mettant en jeu les forces chimiques minérales, qui sont au fond exactement les mêmes que les forces chimiques organisées, une foule de synthèses, de décompositions et de dédoublements

que deux corps ont la même masse lorsque, placés à la même distance d'un même corps, ils produisent sur celui-ci la même attraction. Pour comparer les masses de deux corps, on considère l'attraction produite sur eux par la Terre ; l'emploi de la balance permet de vérifier l'égalité de deux masses et, par suite, de mesurer la masse d'un corps quelconque (*).

„ *Principe de la conservation de la masse.*— Si l'on considère un système de corps complètement isolé, quelles que soient les transformations qui se produisent à l'intérieur du système, la masse totale reste rigoureusement invariable.

„ Suivant la façon dont nos sens sont impressionnés par une portion de matière, on dit que l'énergie se manifeste sous une forme ou une autre. C'est ainsi que l'on considère l'énergie mécanique, l'énergie calorifique...

„ Pour déplacer d'une certaine longueur une masse déterminée, placée dans des conditions données, il faudra mettre en jeu une certaine quantité d'énergie mécanique ; pour déplacer une masse double, de la même longueur dans les mêmes conditions, il faudra une quantité double d'énergie mécanique. De même, pour produire un effet déterminé (une variation de température, par exemple) sur une certaine masse d'un corps, il faudra une certaine quantité d'énergie calorifique ; pour produire le même effet sur une masse double du même corps, il faudra une quantité double d'énergie calorifique. On conçoit donc qu'il est possible de mesurer l'énergie sous ses différentes formes et de l'exprimer en fonction des unités fondamentales, longueur, masse, temps.

„ Les différentes formes de l'énergie peuvent se transformer les unes dans les autres ; la chaleur peut servir à produire des effets mécaniques ou élec-

(*) L'unité de masse est le gramme, masse d'un centimètre cube d'eau pure à la température de 4°. Si un corps fait équilibre, dans la balance, à 2, 3, 4 centimètres cubes d'eau, on dira qu'il a une masse de 2, 3, 4 grammes.

semblables à ceux qui ont lieu dans les organismes animaux et végétaux » (1).

Il n'y a donc aucune raison plausible de soustraire les *substances* protoplasmiques à la loi générale de la conservation de la matière.

Leur *activité* ne paraît pas davantage soustraite à la loi de la conservation de l'énergie.

D'abord les manifestations mécaniques et physiques des corps vivants sont les mêmes que celles des corps bruts.

Le muscle produit des mouvements qui ne pourraient, pas plus que ceux des machines inanimées, échapper aux lois de la mécanique.

triques, l'électricité à produire des effets calorifiques ou mécaniques et inversement. En étudiant ces transformations, on constate qu'il y a un rapport constant entre les quantités des différentes formes d'énergie qui se transforment les unes dans les autres. On peut dire, par suite, qu'une certaine quantité d'énergie mécanique équivaut à une quantité d'énergie calorifique (*). Il est donc possible de considérer l'énergie d'une façon absolue, indépendamment de la forme sous laquelle elle se présente, tant qu'on ne l'exprime pas numériquement.

„ *Énergie actuelle. Énergie potentielle.* — Considérons un corps en mouvement, un boulet de canon par exemple. Ce corps possède une certaine énergie par suite de son état de mouvement; s'il rencontre une plaque de blindage, il déterminera des effets mécaniques (rupture ou déformation) et des effets calorifiques (élévation de température), et ces effets seront d'autant plus considérables que le mouvement était plus rapide. Cette énergie, inhérente à l'état de mouvement, se nomme *force vive, énergie actuelle,* ou encore *énergie cinétique.*

„ Considérons maintenant un corps pesant reposant sur un appui. Ce corps ne possède aucune énergie actuelle ; cependant, si l'on supprime l'appui sur lequel il repose, il se mettra en mouvement sous l'influence de la pesanteur et pourra fournir du travail. Cette énergie, qui se trouve à l'état latent, pour ainsi dire, et qui est égale au travail que peut fournir le corps, se nomme *énergie de position* ou *énergie potentielle.*

(*) " Quand la production d'une chose est étroitement en rapport avec la disparition d'une autre, de telle sorte que la quantité de la première chose dépend de la quantité de celle qui a disparu et peut se calculer sur cette base, nous concluons que l'une a été fournie aux dépens de l'autre, et qu'elles sont toutes deux des formes différentes d'une même chose. „ Maxwell, *La Chaleur*, traduction française.

(1) *La Science expérimentale*, Paris, 1878, pp. 114 et suiv.

La chaleur produite par les êtres vivants ne diffère en rien de la chaleur engendrée dans les phénomènes minéraux ; l'électricité développée par les poissons électriques est comparable à celle d'une pile.

L'apparition de ces diverses manifestations mécaniques, physiques ou chimiques des substances vivantes se montre dépendante, tout comme chez les êtres qui ne vivent pas, du milieu extérieur, et l'intensité de ces manifestations croît ou diminue, dans une certaine mesure, chez les premières comme chez les seconds, parallèlement à l'intensité de l'excitant.

Il y a une catégorie d'expériences qui méritent particulièrement de fixer un moment notre attention : ce sont celles qui ont été effectuées par Hirn en vue de vérifier

„ La distinction de l'énergie en énergie actuelle et énergie potentielle se retrouve sous différentes formes : un corps qui se déplace, un corps chaud qui se refroidit, un courant électrique qui passe dans un fil, un système de corps qui se combinent chimiquement, possèdent une certaine énergie actuelle. Un corps pesant en repos, un corps chaud, un corps isolé et électrisé, un mélange gazeux susceptible de donner une combinaison au contact d'une flamme, un explosif, représentent des quantités déterminées d'énergie potentielle.

„ Quand on permet à un corps en repos de se mettre en mouvement, son énergie potentielle se transforme en énergie actuelle. Par exemple, pour un corps pesant qui tombe, l'énergie potentielle diminue à mesure que le corps se rapproche du centre de la Terre. Mais, en même temps, l'énergie actuelle augmente, et la somme de ces deux quantités reste constante. C'est là le principe de la conservation de l'énergie, énoncé par Helmholz et qui s'applique à toutes les formes de l'énergie avec la même rigueur.

„ *Principe de la conservation de l'énergie.* — Si l'on considère un système de corps complètement isolé, la somme de l'énergie actuelle et de l'énergie potentielle est constante, quelles que soient les transformations subies par le système (*).

„ En résumé, tous les faits d'expérience connus jusqu'ici conduisent à énoncer les deux principes de la conservation de la masse et de la conservation de l'énergie, qui ne sont que des développements de l'axiome posé par Lavoisier : *Rien ne se perd, rien ne se crée.* „

(*) Ce principe, comme celui de la conservation de la masse, doit être considéré comme vérifié expérimentalement dans ses conséquences. On peut le démontrer *à priori*, à condition de faire l'hypothèse que l'action réciproque de deux particules de matière est toujours dirigée suivant la droite qui les joint.

l'applicabilité de la théorie mécanique de la chaleur aux moteurs animés.

Voici en quoi elles consistent.

On peut arriver à savoir quelle est la quantité d'oxygène qu'un homme ou un animal absorbe par la respiration pendant un temps donné, et mesurer la quantité de chaleur que cet oxygène dégage en se combinant avec les matériaux combustibles, l'hydrogène et le carbone, que les aliments fournissent à l'organisme (1).

Il résultait déjà des expériences de Lavoisier, Laplace, Dulong, Regnault et Hirn à cet égard, que chaque gramme d'oxygène consommé produit à très peu près cinq calories, donc cinq fois ce qu'il faut de chaleur pour élever d'un degré la température d'un kilogramme d'eau à zéro.

Cela étant, les expériences de Hirn consistent à comparer l'homme au repos à l'homme en mouvement et à voir quelle est dans le second cas l'augmentation ou la déperdition de chaleur.

Or l'expérience démontre que, selon que l'homme en mouvement produit un travail externe positif ou négatif, ou des travaux alternativement positifs et négatifs qui se compensent dans l'ensemble, la chaleur vitale de l'organisme diminue ou augmente proportionnellement, ou enfin demeure stationnaire.

Pour le démontrer, Hirn enfermait donc la personne en expérience dans un calorimètre, mesurait l'air

(1) On enferme à cet effet un animal dans un calorimètre ; on connaît la quantité déterminée d'air qui lui est fournie et la quantité proportionnelle d'oxygène que cet air renferme. On mesure et on analyse l'air qui sort de l'appareil.

La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air expiré permet d'induire quelle est la quantité de carbone qui a été brûlée.

La différence entre la quantité d'oxygène qui a servi à comburer le carbone et la quantité d'oxygène absorbée par la respiration (coefficient respiratoire) marque la quantité d'oxygène qui s'est combinée avec l'hydrogène et permet par conséquent de calculer la quantité d'hydrogène brûlée.

On n'a plus alors qu'à faire la somme des calories dégagées respectivement par les deux combustions du carbone et de l'hydrogène, pour avoir la quantité totale de chaleur disponible dans l'organisme.

inspiré et expiré, évaluait, comme nous le disions tout à l'heure, l'oxygène introduit et la quantité d'acide carbonique éliminé, et faisait gravir ou descendre à la personne les échelons d'une roue tournante et fuyant sous ses pieds.

Il est inutile de décrire tous les détails de l'expérience et de la méthode d'expérimentation.

Mais il n'est peut-être pas superflu, pour prévenir toute confusion, de dire un mot de la nature du travail dont un moteur vivant, l'homme, par exemple, est capable.

Lorsque nous montons un escalier, lorsque nous gravissons une montagne, les muscles actifs, en se contractant, redressent les jambes alternativement ployées à chaque pas, et élèvent ainsi successivement le centre de gravité du corps, en surmontant la résistance qu'oppose le poids de celui-ci. Il y a ici une dépense évidente d'action, dont le résultat définitif est d'élever à une certaine hauteur le poids de notre corps, c'est-à-dire de produire un travail externe positif. Lorsqu'au contraire nous descendons un escalier ou une montagne, les muscles actifs, d'abord contractés, s'allongent à chaque pas sous l'effort de notre poids corporel et laissent alternativement fléchir les jambes. Le résultat définitif ici, c'est qu'un certain poids descend d'une certaine hauteur, en surmontant la résistance musculaire ; il y a, en un mot, dépense, consommation de travail externe, et il doit y avoir, par conséquent, bénéfice de force vive dans notre corps.

Lorsque nous marchons sur un plan horizontal, le centre de gravité du corps s'élève et s'abaisse alternativement de hauteurs égales, il y a donc production et consommation alternatives de travail externe, et il doit y avoir une dépense et une production alternatives de force motrice qui se balancent et donnent zéro pour résultat final.

Pour le public, les trois modes de locomotion dont je viens de parler constituent un travail. On voit combien le physicien juge différemment : pour lui, la marche

ascensionnelle est seule un travail externe réel; la marche descendante est au contraire un bénéfice de travail pour notre corps; la marche horizontale ne constitue nul travail définitif. A ses yeux, la marche ascensionnelle doit coûter du calorique à l'organisme; la marche descendante doit y en produire; la marche horizontale ne doit modifier en rien la quantité de calorique que représente la respiration.

Or donc, les expériences de Hirn aboutissent à cette conclusion que, dès que la personne soumise à l'expérience fournit un travail externe positif, on trouve moins de cinq calories par gramme d'oxygène absorbé; dès qu'elle donne un travail négatif, on trouve plus de cinq calories par gramme d'oxygène consommé, et le plus ou moins de chaleur totale est toujours en proportionnalité avec la valeur totale du travail fourni ou consommé.

Précisons.

Supposons qu'un homme du poids de 75 kil. s'élève de quatre cents mètres par heure. Supposons que, pendant cette marche ascensionnelle, il consomme par la respiration cent grammes d'oxygène par heure. S'il était en repos, ces cent grammes produiraient cent fois cinq unités de chaleur, soit cinq cents calories; mais la mesure directe de la chaleur ne donne que quatre cent trente calories; il en manque donc soixante-dix : c'est ce qu'a coûté le travail de trente mille kilogrammètres *produit*.

Supposons que cet homme descende, au contraire, de quatre cents mètres par heure, et absorbe toujours cent grammes d'oxygène : au lieu de cinq cents calories, on en trouvera cette fois cinq cent soixante-dix : c'est ce qu'a *produit* le travail de trente mille kilogrammètres *non dépensé* mais réellement *recueilli* par son organisme.

Il y a donc une relation d'équivalence entre la production de travail et la diminution du calorique, entre l'augmentation du calorique et l'emmagasinement du travail; ce qui prouve que le moteur vivant et l'homme en

particulier sont soumis à la loi de l'équivalence de la chaleur et du travail, et plus généralement à la loi de la conservation de l'énergie dont les lois de la thermodynamique ne sont que des cas particuliers (1).

Ainsi donc, les phénomènes mécaniques, physiques et chimiques qui se passent chez les êtres vivants, ou, en un mot, le mouvement vital, n'est pas spontané mais provoqué; il est soumis, comme tout autre mouvement de l'univers matériel, aux lois générales de la conservation de la matière et de l'énergie.

Il n'était pas sans importance d'appuyer sur cette uniformité générale des lois de la nature, aussi bien dans le règne végétal que dans le monde inférieur de la nature brute.

Chose triste à dire, en effet, la plupart des hommes de science qui ne partagent pas nos convictions spiritualistes nous prêtent toujours et quand même des théories que nous sommes d'accord à répudier avec eux et que nos maîtres ont répudiées des siècles avant eux. Ils nous montrent la chimie, la physique et la mécanique étendant progressivement leur empire sur le règne de la vie, et puis ils se retournent vers nous en nous disant : Vous voyez bien qu'il n'y a que de la matière et des forces matérielles dans les êtres vivants! Et comme si, entre la vie et la sensibilité, la sensibilité et l'intelligence, l'intelligence et le surnaturel, sinon même le miraculeux, il n'y avait que des nuances insaisissables et en tous cas légèrement graduées, ils s'imaginent triompher du spiritualisme pour avoir montré que les fonctions de la vie végétative sont susceptibles d'une explication naturelle par les forces mécaniques ou physico-chimiques.

Si nous avions à l'égard de leurs doctrines les préjugés que les adeptes du positivisme nourrissent à l'endroit de la philosophie spiritualiste, ils n'auraient pas assez de tout leur mépris pour nous accabler.

(1) Hirn, *Analyse élémentaire de l'univers*, deuxième esquisse. Paris Gauthier-Villars, 1868.

Leur excuse, c'est que pas mal de philosophes de l'école cartésienne et certains physiologistes, disciples de Bichat ou de l'École de Montpellier, se sont plu longtemps et se plaisent encore parfois à doter le végétal de forces simples et immatérielles distinctes des forces végétales de la nature, sinon même en opposition avec elles.

Mais ce sont là des opinions subjectives qu'il est injuste de confondre avec la philosophie spiritualiste.

Pour nous, disciples de saint Thomas d'Aquin, nous ne voyons dans la vie végétative que des forces mécaniques et physico-chimiques ; et si l'être qui vit est supérieur à celui qui ne vit pas, ce n'est pas à raison d'une irréductibilité fictive de ses forces aux forces communes de la matière, mais à raison du mode spécial suivant lequel ces forces se déploient pour réaliser le but intrinsèque de la nature vivante, le bien-être de l'individu et la conservation de son espèce.

Le mouvement vital n'est donc *pas spontané* au sens propre du mot, il n'est spontané qu'en apparence, en réalité il est *provoqué*.

Mais s'il n'est pas spontané, quels sont donc les caractères qui le distinguent des phénomènes qui se passent dans les corps bruts ?

Le mouvement vital est *de sa nature continu* et il est *immanent*. Expliquons-nous.

Le mouvement vital, disons-nous, est *de sa nature continu*.

La matière *inanimée* a une tendance naturelle à *l'équilibre le plus stable*.

La matière *animée* au contraire a une tendance naturelle à réaliser un équilibre dynamique *instable*.

Suivons sur le terrain de la chimie, de la physique et de la minéralogie quelques-unes des manifestations les plus frappantes de *l'activité de la matière inorganisée*.

Prenons un exemple.

Le chlore se combine avec les métaux, par exemple,

le potassium, le magnésium, l'aluminium, le fer, l'argent et l'or. Mais il s'en faut que ces combinaisons se fassent toutes avec la même intensité.

Si l'on rapporte à une *même quantité de chlore* le calorique dégagé lors de la formation de ces différents sels, on obtient les quantités suivantes de calorique :

KCl	=	105	calories
$MgCl_2$	=	75,5	»
Al_2Cl_6	=	53,6	»
Fe_2Cl_4	=	41	»
$AgCl$	=	29,4	»
$AuCl_3$	=	5,8	»

On voit quelle différence il y a entre les quantités de chaleur dégagées par ces diverses combinaisons ; aussi les trois premières, qui donnent lieu à un grand dégagement de chaleur, se font-elles avec incandescence, les autres point.

Or la chaleur, on le sait, est antagoniste de l'union ou de la cohésion des éléments.

Donc les combinaisons les plus intenses, c'est-à-dire celles dont les constituants s'unissent en *dégageant* le plus de chaleur, doivent donner lieu aux composés les plus stables.

Et de fait, tandis que la combinaison du chlore avec l'or peut être rompue par les métaux qui entrent dans les cinq autres combinaisons, le chlorure de potassium ne peut plus être décomposé par aucun des corps qui sont unis au chlore dans les cinq combinaisons suivantes.

Cet exemple n'est que l'expression concrète d'une loi générale de la nature, à savoir que le résultat d'une combinaison est d'autant plus stable que les corps qui l'ont produite se sont associés avec un plus grand dégagement de chaleur. C'est une conséquence du principe du travail maximum dont on connaît la formule : Lorsque des

systèmes moléculaires hétérogènes sont présentés les uns aux autres, dans les conditions voulues, les corps s'associent de façon à former les combinaisons qui dégagent le maximum de chaleur.

Mais plus les corps associés dégagent de chaleur, plus ils perdent d'énergie ou d'aptitude à des réactions nouvelles, plus par conséquent leurs composés sont doués de stabilité.

Le principe du travail maximum conduit donc à ce résultat que les combinaisons que la nature tend le plus à réaliser sont tout juste celles dont les produits ont le plus de stabilité.

La même loi trouve en chimie une seconde application; c'est dans les corps susceptibles de revêtir deux états différents, phénomène que l'on appelle du nom d'allotropie. Le soufre, par exemple, se présente sous deux formes différentes; sous l'une il est mou, sous l'autre il est dur et cassant; les chimistes estiment que c'est le même corps dans les deux états.

Or il arrive fréquemment qu'un corps de cette nature, — c'est le cas pour le soufre — passe d'une forme à l'autre; mais, chose remarquable, il suffit que le corps soit laissé à lui-même pour passer de la forme moins stable à la forme plus stable, avec dégagement de chaleur; ce n'est que sous l'influence de causes extérieures qu'il peut remonter inversement de cette forme plus stable à une forme d'équilibre moins stable.

Ainsi, dans l'exemple donné, le soufre dur porté à une température de 100° se liquéfie; si on le porte à 200° environ et qu'on le verse dans l'eau froide, il devient mou comme du caoutchouc; mais si alors on l'abandonne à lui-même, il redevient dur.

Donc, ici aussi, la nature inorganique tend à la stabilité.

Il en va de même en physique.

La plupart des corps passent en réalité par trois états, solide, liquide et gazeux, selon les circonstances exté-

rieures dans lesquelles ils se trouvent placés ; il est vraisemblable au surplus que tous peuvent passer par ces trois états différents.

Mais on constate que chaque corps a un état physique propre qu'il possède à la pression et à la température ordinaires ; c'est son état stable, il ne s'en éloigne que sous des influences extérieures, et il tend à le reprendre aussitôt que ces influences viennent à cesser. Montrons-le sur un exemple.

Le soufre se liquéfie à la température de 113°, se vaporise à la température de 448° ; mais, dans les conditions ordinaires de température et de pression, le soufre ne passera jamais à l'état de fusion ni à l'état de vapeur ; il faut, en quelque sorte, lui faire violence pour l'y amener, c'est-à-dire qu'il faut vaincre une résistance que le corps oppose à un changement d'état, et la chaleur qui doit lui être fournie pour cela donne la mesure de sa résistance. Aussitôt que cette influence de la chaleur extérieure cesse, le soufre revient à l'état liquide et à l'état solide.

Donc, encore une fois, en physique aussi bien qu'en chimie, la loi naturelle des corps inorganisés, c'est la stabilité d'équilibre.

Les corps, à l'état solide, sont tantôt amorphes, tantôt en forme de cristaux.

Le cristal est plus dense que la même substance à l'état amorphe, son poids est plus élevé, il a plus de cohésion.

Or lorsqu'un corps en état de solution ou de fusion est laissé à lui-même, à l'abri des influences perturbatrices du dehors, il prend naturellement la forme cristalline. Dans une solution de sucre qui se dépose lentement, le dépôt prend la forme cristalline.

De même donc que les combinaisons des corps sont régies en chimie par la loi du travail maximum, la disposition des corps dans l'espace est régie, si l'on peut ainsi dire, par la loi de l'espace minimum.

Ce ne sont là du reste que deux applications particulières (1) d'un principe plus général de mécanique qui dit que, dans un système de points matériels, la stabilité d'équilibre est en raison inverse des forces extérieures qui agissent sur le système.

Faut-il concevoir cette tendance de la nature matérielle dans le monde inorganisé comme une tendance effective des corps à sortir d'un état relativement instable pour entrer dans un état plus stable ?

Non pas. Mais on admet unanimement que l'*inertie* est une propriété fondamentale de la matière. Un corps est incapable, de lui-même, soit de passer du repos au mouvement, soit de changer la vitesse ou la direction de son mouvement. Il possède naturellement une certaine quantité de matière, une certaine quantité d'énergie d'une forme fondamentale déterminée, et ce serait cette quantité d'énergie qu'il tendrait naturellement à conserver : cela voudrait dire qu'il pourrait bien, sous des influences extérieures, être contrarié dans sa tendance foncière, mais qu'il lutterait alors pour la conserver.

Nous avons étudié la tendance à la stabilité des corps bruts envisagés dans leurs combinaisons chimiques, leur état physique et leur structure. La même loi s'applique à ces mêmes corps envisagés *dans leur ensemble*.

Nous avons eu l'occasion ci-dessus de parler de la loi générale de la constance de l'énergie.

Mais à côté de cette loi, il y en a une autre qui porte le nom de *principe de Carnot:* c'est que si les différentes formes d'énergie se substituent l'une à l'autre dans la nature suivant une loi d'équivalence, cependant une forme quelconque d'énergie ne peut pas indifféremment régénérer toutes les autres. On peut bien transformer totalement en chaleur notre énergie mécanique, mais il n'est qu'en partie possible de transformer de nouveau cette

(1) Voir, sur ces différentes applications, Dressel, *Der belebte und der unbelebte Stoff*, § 7-12, Freiburg in Breisgau, Herder, 1883.

énergie calorifique en travail (1). Il se perd donc constamment du travail, c'est-à-dire que le travail possible, utilisable pour des transformations ultérieures, diminue constamment, de sorte que l'univers matériel, envisagé à un point de vue mécanique, tend vers un état de stabilité de plus en plus réfractaire aux échanges d'action et de réaction des forces de la nature.

La première partie de notre proposition semble donc suffisamment démontrée : La nature inanimée tend à l'équilibre le plus stable.

La nature animée a une tendance opposée, nous allons le faire voir.

L'être vivant tend, de sa nature, à se mouvoir continuellement. Nous ne reviendrons plus sur la description des mouvements atomiques, des mouvements moléculaires et des mouvements de masse que nous avons observés ci-dessus dans la vie des êtres organisés.

Ce qui frappe dans cette série de changements que l'on résume sous le nom générique de mouvement vital, c'est que chacun des termes de la série prépare un terme suivant; chaque changement est un acheminement vers un changement ultérieur : la contractilité du protoplasme appelle le mouvement de nutrition, la nutrition entretient le pouvoir contractile, prépare la croissance de l'individu, son évolution et celle de l'espèce ; chaque type de l'espèce recommence la série des fonctions de nutrition, de croissance et de reproduction du type parent, et ainsi se perpétuent indéfiniment les changements qui forment le cycle du mouvement vital.

Il n'y a du reste qu'une voix parmi les biologistes pour dire que l'instabilité du protoplasme est un trait caractéristique de la vie.

Et qu'elle est frappante, cette instabilité ! On concevrait

(1) Ainsi l'unité de travail ou le kilogrammètre peut, lorsqu'on le consomme, donner 1/425 de calorie, tandis que 1/425 de calorie ne peut plus reproduire un kilogrammètre. Une partie en restera à l'état d'énergie calorifique.

que la cellule fût en mouvement jusqu'à sa maturité complète ; mais la cellule adulte se meut, assimile et désassimile aussi bien que la cellule jeune.

Et pourquoi la cellule assimile-t-elle ? Serait-ce qu'elle a des affinités chimiques à satisfaire ? Mais ces affinités ne sont pas plus tôt satisfaites que la combinaison nouvelle se défait, et dès qu'elle est défaite, ses éléments tendent à la reconstituer.

On dira peut-être : Mais c'est fort simple. Le protoplasme est formé de composés endothermiques, polymères, azotés ; il y a dans la nature de ces composés la raison suffisante de leur instabilité.

Sans aucun doute, il y a là une raison suffisante *immédiate* de l'instabilité du protoplasme, nous l'avons affirmé nous-même ci-dessus ; mais il faut à cette explication première une cause plus profonde.

Les combinaisons endothermiques, ainsi que certains composés polymères de nos laboratoires, sont instables aussi, mais leur instabilité n'a pas d'autre effet que de régénérer promptement les éléments. Pourquoi, dans le règne de la vie, ces éléments reforment-ils les composés d'où ils sont issus ? Comment se fait-il que la cellule réunisse et conserve dans son sein toutes ces substances hétérogènes, si complexes, si mobiles, qui permettent sans relâche les synthèses d'assimilation et les analyses de désassimilation de la matière protoplasmique et des tissus organisés ? C'est là le problème fondamental ; c'est là la preuve d'une tendance primordiale chez l'être vivant à se mouvoir d'un mouvement continu. Il est loisible à l'imagination de rêver qu'un jour peut-être des substances chimiques douées de forces chimiques pourraient, sous la direction habile d'un expérimentateur intelligent, former un composé analogue au protoplasme ; mais entre ce protoplasme artificiel, voué à brève échéance à la stabilité de ses éléments, et le protoplasme des êtres organisés, il y aurait tout juste la distance qu'il y a entre la mort et la vie.

Suit-il de ce que nous venons de dire que le mouvement soit *essentiel* à l'être vivant? L'être vivant n'est-il jamais dépourvu de mouvement *actuel?* Est-il même impossible qu'il le soit?

A priori, il ne semble pas impossible qu'un être vivant soit momentanément dépourvu de mouvement *actuel,* et il semble que la *tendance naturelle* de l'être à accomplir les mouvements vitaux suffise à justifier l'appellation d'être vivant.

On a parfois même considéré la *vie latente* des bulbes, des graines, des animaux hibernants comme une suspension complète, momentanée, des fonctions vitales.

Cependant l'observation et l'expérience tendent à prouver que la vie latente n'est qu'une vie *ralentie.*

Les perfectionnements apportés au microscope ont révélé, en effet, dans certaines cellules et certains tissus, bien des mouvements réels, notamment des mouvements de granulations au sein du protoplasme, qui jadis étaient insoupçonnés.

Diverses expériences ont été faites sur des graines, sur des tubercules et des bulbes; on a mis, par exemple, un lot de graines à l'air libre, un autre lot dans un air confiné, un troisième dans l'acide carbonique pur. Après un certain temps, après deux ans, par exemple, on constate que les graines à l'air libre ont augmenté notablement de poids, celles renfermées dans l'air confiné très peu, les dernières, renfermées dans l'acide carbonique, pas du tout. On constate des changements correspondants dans la composition de l'air. Les graines des deux premiers lots ont germé plus tard respectivement dans la proportion de 90 p. c. et 45 p. c.; celles du troisième lot n'ont plus germé du tout.

Donc l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique se poursuivaient pendant la vie latente, et lorsque l'absorption d'oxygène est impossible, comme c'était le cas pour les graines placées dans l'acide carbonique pur, l'embryon est voué à la stérilité et à la mort.

« Pendant les périodes de repos, écrit M. Van Tieghem (1), la vie latente de la plante, et notamment celle des tubercules et des bulbes, n'est qu'une vie ralentie. Il y a, en effet, transpiration continue, plus forte si l'air est sec, plus faible s'il est saturé; un bulbe de tulipe, par exemple, perd de la sorte en deux mois 1/6 de son poids dans l'air sec, 1/45 dans l'air saturé. Il y a aussi absorption continue d'oxygène et dégagement continu d'acide carbonique; l'intensité de cet échange gazeux varie beaucoup avec la nature des plantes; il est plus faible dans le dahlia que dans l'ullucus, plus faible dans la pomme de terre que dans le dahlia. En vase clos, une fois tout l'oxygène absorbé, le dégagement d'acide carbonique continue, et si l'organe renferme du glucose, ce sucre est décomposé en alcool et acide carbonique (*Tulipa, Oxalis,* etc.), comme toujours lorsqu'un tissu vivant est asphyxié. Au bout d'un certain temps, cette asphyxie amène la mort du tubercule. En résumé, les choses se passent ici comme on l'a vu plus haut pour les graines, mais avec un ralentissement moindre. »

Il y a donc, chez les êtres vivants, une activité sans relâche, un mouvement actuel continu.

A vrai dire cependant, ce n'est pas là le trait caractéristique du règne de la vie. Si remarquable que soit cette instabilité d'équilibre que nous avons rencontrée chez les êtres vivants, il ne serait pas exact de penser qu'elle est sans analogues dans le monde inanimé.

Sous l'action de la chaleur solaire, l'eau de l'océan s'élève en vapeur dans l'atmosphère, là elle se condense à nouveau, puis retombe en pluie sur la surface du globe, et la pluie enfin reforme les fleuves et les océans. Il y a là

(1) *Traité de botanique*, p. 913. — « Je ne crois pas, écrit de même M. Nobbe, professeur à Thorand, qu'un grain de froment puisse vivre plus de dix ans sans perdre sa force germinative; je n'ajoute pas foi à cette prétendue germination de graines trouvées dans les pyramides d'Égypte. »

une sorte de circulation continue de matière et de force qui simule au moins le mouvement de la vie.

La terre et les planètes se meuvent sans cesse autour du soleil, et le soleil lui-même avec son cortège planétaire est emporté sans relâche dans une certaine direction de l'espace. Encore une fois, il y a là, on ne peut le nier, une sorte de mouvement continu.

Où gît donc la différence *caractéristique* entre le mouvement, même continu, de la matière brute et le mouvement de la vie?

C'est que le premier est *transitif* tandis que le second est *immanent*.

Qu'est-ce à dire?

Actio est in passo, disaient les scolastiques, toute action se passe dans le patient, c'est celui-ci qui en est le siège. Absolument parlant, on concevrait qu'une activité se produisît sans modifier l'agent qui en est l'auteur. Si, de fait, toute action entraîne une modification de l'agent aussi bien que du patient, c'est que, en vertu de la loi générale de l'action et de la réaction qui gouverne l'activité des êtres corporels. l'agent ne modifie point le patient sans que celui-ci, à son tour, *réagisse* et, par sa réaction, modifie le sujet d'où était partie la première action. Mais, en somme, dans les deux cas, dans l'action et dans la réaction, c'est le sujet récepteur qui est modifié.

L'action de l'agent sur le patient est généralement une action que nous appelons, avec la philosophie de l'École, du nom de « transitive », ce qui veut dire qu'elle a pour résultat de modifier un patient distinct de l'agent, qu'elle a un *terme autre* que le principe d'efficience qui la produit; nous dirions aujourd'hui, d'une façon peut-être moins rigoureuse, que c'est une action *communiquée* à un sujet étranger. Les actions mécaniques, les manifestations lumineuses, calorifiques, électriques, magnétiques, les réactions chimiques du monde inorganisé sont toutes de ce genre.

L'activité vitale, au contraire, n'est pas transitive, elle

est *immanente*. Le patient ici, c'est tôt ou tard l'agent lui-même ; c'est au sujet organisé, en effet, que le processus vital vient aboutir, c'est lui qu'il nourrit, c'est lui qu'il développe, c'est donc à lui que finalement il s'arrête, en lui qu'il demeure, en d'autres mots, il est *immanent* (manere in) (1).

Un exemple éclaircira cette distinction.

Prenons une combinaison chimique entre corps inorganisés, le chlore et le sodium, par exemple, qui nous donne le chlorure de sodium. Lorsque la nature réalise cette combinaison ou que nous l'effectuons dans nos laboratoires, nous voyons deux corps agir l'un sur l'autre pour en produire un *autre* qu'eux-mêmes, un troisième, le chlorure de sodium, qui n'est ni le chlore ni le sodium, ni une simple addition des deux ; de même, lorsque le composé régénère les composants, ceux-ci sont *autres* que le composé soumis à l'analyse.

Mais lorsque la cellule se nourrit, le phénomène est tout différent. Les matériaux qui servent d'aliment à la cellule, soit qu'ils viennent directement du milieu extérieur, soit qu'ils viennent de la sève ou du sang en circulation dans l'organisme, ne forment pas avec la cellule un troisième produit distinct de la cellule elle-même et des matériaux empruntés : le résultat définitif n'est autre que *la cellule* elle-même, et c'est à *se* nourrir, à *se* développer, à *se* multiplier, que la cellule les a employés. Lorsque la cellule se nourrit, c'est donc elle qui est le terme de l'action nutritive et, par conséquent, la nutrition est une activité *immanente*, au sens défini tout à l'heure.

Que l'on nous entende bien cependant. Nous ne voulons pas dire que tous les phénomènes mécaniques ou physico-chimiques dont la cellule est le siège soient immanents ; il est manifeste, au contraire, que bon nombre de ces

(1) " Duplex est actio. Una quæ transit in exteriorem materiam ; ut calefacere et secare. Alia quæ manet in agente ; ut intelligere, sentire et velle. Quarum hæc est differentia : quia prima actio non est perfectio agentis quod movet, sed ipsius moti ; secunda autem actio est perfectio agentis „. *Summa heol.*, I, q. 18, a. 3, ad 1.

phénomènes, jusques et y compris la synthèse de la molécule organique, sont transitifs; mais, ainsi que nous l'avons noté plus haut, il y a deux phases à distinguer dans le processus d'assimilation : l'une est préliminaire à l'assimilation proprement dite ; c'est la seconde, l'organisation cellulaire ou tissulaire, qui est seule, rigoureusement parlant, le terme du mouvement nutritif ; seul aussi ce phénomène d'assimilation proprement dite, c'est-à-dire d'intussusception de substances hétérogènes dans l'organisme cellulaire, est un mouvement *immanent* au sens rigoureux de l'expression.

Mais comme les réactions chimiques qui préparent l'assimilation et y vont naturellement aboutir forment avec l'assimilation elle-même un mouvement continu, *un tout,* il serait contraire à la nature des choses de les isoler de leur terme définitif, et par conséquent il reste vrai de dire d'une façon générale que le mouvement de la nutrition et, par suite aussi, celui de la croissance et de l'évolution de l'être vivant forment un mouvement *immanent.*

On a objecté que l'assimilation du vivant ne diffère pas essentiellement de la formation d'un cristal. Mais pour peu que l'on y regarde de près, on s'aperçoit bientôt qu'il n'y a entre les deux phénomènes qu'une ressemblance apparente. En effet, qu'est-ce qu'un cristal? Un agglomérat plus ou moins considérable de particules homogènes qui, en s'attirant, arrivent à former un édifice régulier ; les particules cristallines qui viennent se déposer dans la solution ne prennent pas la place de particules anciennes qui auraient disparu, elles ne font que s'ajouter au cristal déjà formé ; c'est *à côté* des particules précédentes qu'elles se déposent et non pas *dans* le cristal antérieur ; il n'y a donc là qu'un simple phénomène de *juxtaposition de particules,* il n'y a pas, comme dans la nutrition, un phénomène d'*intussusception;* ce n'est pas *une* particule ou *une* molécule du cristal qui s'en incorpore d'autres pour *se*

développer elle-même. Ce n'est que dans le règne de la vie que nous voyons une individualité cellulaire ou multicellulaire *s'*assimiler des substances hétérogènes, c'est-à-dire les convertir en *sa* propre substance et, par ce processus, *s'*accroître, *se* diviser et *se* multiplier.

Il reste donc acquis que l'activité des êtres vivants se caractérise par son *immanence.*

Si l'on compare les termes *mouvement continu* et *immanent,* par lesquels nous avons désigné le mouvement vital, on peut dire que le premier indique le *genre,* et le second la *différence spécifique* de la définition de la vie aussi longtemps qu'on la restreint aux êtres organisés.

La vie, dit saint Thomas d'Aquin, c'est la propriété distinctive des êtres qui se meuvent eux-mêmes; l'être vivant est celui qui a dans sa nature de se mouvoir lui-même. « Illa propriè sunt viventia quæ seipsa secundum aliquam speciem motus movent. » Ou encore : « Ens vivens est substantia cui convenit secundum suam naturam movere seipsam. »

Bien entendu, le *mouvement,* « motus, » κίνησις, ne se prend pas ici dans l'acception étroite, courante aujourd'hui, d'un déplacement local; le mouvement est pris comme synonyme d'action, ou, plus rigoureusement, de l'action qui implique un changement. Lorsque saint Thomas dit que l'être vivant se meut lui-même, « movet seipsum », il veut donc dire que l'être vivant *agit* de telle façon que son action aboutisse à lui-même, qu'il en soit à la fois le principe et le sujet récepteur.

Entre la simple aptitude au mouvement ou la pure puissance, d'une part, et le fait actuel qui suppose l'aptitude satisfaite ou la puissance réalisée, d'autre part, il y a la mise en œuvre de la puissance, son exercice, la réalisation du fait, c'est là le mouvement proprement dit. C'est l'acte de quelque chose qui n'est pas complet, dit saint Thomas, « actus imperfecti, » ou, comme s'expri-

mait Aristote, « c'est l'acte d'un être en puissance, en tant qu'il est encore en puissance » (1).

Pour que l'esprit conçoive le mouvement, il faut qu'il ait simultanément en vue une double relation du mobile, l'une avec une puissance déjà réalisée, l'autre avec un acte encore réalisable ; le mouvement est tout à la fois la réalisation d'une certaine potentialité, et l'acheminement vers un acte ultérieur plus complet, c'est donc bien l'acte d'une puissance encore en puissance.

Le mouvement ainsi entendu embrasse tous les modes d'activité que nous avons rencontrés plus haut dans les organismes, le processus continu de nutrition (mouvement qualitatif), les phénomènes de croissance (mouvement quantitatif), les manifestations variées de l'irritabilité ou de la motilité (mouvement local ou de translation) (2), et enfin les faits de reproduction (génération et corruption) (3).

Voilà donc ce qu'est le mouvement en général. C'est la notion *générique* qui entre dans la définition de la vie.

Quant à la *différence spécifique,* elle gît, disions-nous, dans le caractère d'*immanence* du mouvement vital. Nous n'insisterons plus sur cette considération pour le moment, nous y avons, croyons-nous, suffisamment appuyé plus haut pour être en droit de conclure que la formule de saint Thomas a la valeur d'une *définition naturelle.*

Tout d'abord, c'est bien là la notion que pressent le vulgaire, lorsqu'il prend la manifestation d'un mouvement plus ou moins varié, sans cause extérieure apparente, pour indice de la vie.

C'est bien là aussi la conclusion qui se dégage de l'analyse que nous avons faite des fonctions des êtres organisés, à la lumière des sciences biologiques.

Le corps brut est là : rien n'empêche qu'il ne reste éternellement tel qu'il est, il suffit pour cela de le soustraire

(1) Ἡ τοῦ δυνάμει ὄντος ἐντελέχεια, ᾗ τοιοῦτον, κίνησίς ἐστι. Phys. III, 1.
(2) Aristote, *Physic.* V, 1 ; S. Thomas, *Comm.*, lect. 4.
(3) S. Thomas, *Physic.* VI, lect. 8.

aux agents extérieurs de destruction. L'être vivant au contraire a besoin de changer. Le protoplasme qui ne changerait pas serait du protoplasme mort. Chaque être qui vit parcourt régulièrement son cycle de fonctions assimilatrices et désassimilatrices ; avant de s'éteindre, il transmet à un être semblable à lui la puissance de recommencer le cycle qu'il a accompli; cette évolution de l'individu et de l'espèce varie d'un vivant à l'autre; l'évolution des champignons et des infusoires ne durera peut-être que quelques heures, celle de certains animaux peut durer un siècle, celle de certains arbres des siècles ; mais la durée importe peu ; le fait est que partout où il y a vie, il y a mouvement, mouvement qui tend à assurer la conservation de l'individu et la perpétuation de l'espèce, mouvement immanent donc, au sens défini ci-dessus. Quelle confirmation plus éclatante peut-on désirer de cette vue maîtresse : *vivere est movere seipsum* (1) ?

Mais ce n'est pas tout : faisant allusion à la diversité de

(1) Il serait fastidieux de faire la nomenclature des innombrables définitions de la vie que les naturalistes et les philosophes ont essayées. Aucune, nous semble-t-il, ne vaut celle de S. Thomas, et ce qu'elles valent, elles le doivent à ce qu'elles ont de commun avec elle.

Citons quelques spécimens :

Bichat : La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort.

Béclard : La vie est l'organisation en action.

Littré : La vie est l'état d'activité de la substance organisée.

Beaunis : La vie est l'évolution déterminée d'un corps organisé susceptible de se reproduire et de s'adapter à son milieu.

De Blainville : La vie est un double mouvement interne de composition et de décomposition, à la fois général et continu.

S.-G. Mivart : L'être vivant est celui qui a la propriété naturelle de parcourir un cycle de changements définis.

Herbert Spencer : La vie est la combinaison définie de changements hétérogènes, à la fois simultanés et successifs, en corrélation avec les coexistences et les successions antérieures *(in correspondence with external co-existences and sequences)*, ou plus brièvement : la vie est l'adaptation continuelle des relations internes aux relations externes.

La définition de Bichat s'inspire d'une *fausse supposition*. Elle part de l'idée qu'il y aurait chez l'être vivant une sorte d'antagonisme entre les forces physico-chimiques et une force vitale ; la vie ne serait donc qu'une réaction de la force vitale contre les éléments matériels.

Les définitions de Béclard, de Littré et de Beaunis ne font que *décrire* en termes généraux, et par leurs traits extérieurs seulement, les fonctions qui

la vie chez les différents êtres vivants, saint Thomas dit que tout ce qui vit se meut *secundum aliquam speciem motus*, selon un certain mode de mouvement.

Ici aussi, la biologie explique et justifie la formule du grand Docteur.

Chaque cellule vivante, en effet, possède sa physionomie « individuelle », et comme la structure et la fonction sont solidaires, il est permis d'affirmer que chaque cellule a son activité propre ; aussi, si la cellule est l'origine d'un être multicellulaire, nous voyons, dès le principe, les groupes qu'elle produit par division se disposer diffé-

s'accomplissent chez les organismes vivants. Elles ne nous renseignent pas sur le caractère intime de ces fonctions distinctives, et ne peuvent, dès lors, prétendre au titre d'une définition proprement dite.

La définition de Blainville met davantage en relief la fonction primordiale de la vie organique, à savoir, la nutrition, mais encore une fois ne dépasse pas les limites d'une description tout extérieure.

L'énoncé de notre savant collègue, M. le Dr Saint-George Mivart, a un mérite exceptionnel. Il fait voir très bien comment les substances organisées diffèrent non pas seulement des corps bruts, mais aussi des êtres qui ont cessé de vivre et qui sont en voie de désorganisation ; à vrai dire, nous ne voyons pas cependant en quoi la propriété naturelle de parcourir un cycle diffère de la faculté de se reproduire. Or la faculté de se reproduire ne nous dit pas *ce qu'est la vie*, attendu que cette faculté n'est elle-même qu'une des fonctions de l'être organisé. Ce qui importe, ce n'est ni une fonction à part, ni l'ensemble des fonctions, c'est le caractère qui leur est commun à toutes et qui n'appartient qu'à elles.

Une définition, en effet, doit nous rapprocher de la nature intime de l'objet à définir et s'appliquer *omni et soli definito*.

Au surplus, la description de M. Mivart, comme toutes les précédentes d'ailleurs, s'applique exclusivement à la vie *organique* et ne peut servir par conséquent de définition générale de la vie.

La formule de M. Herbert Spencer a l'avantage de viser le caractère *formel*, constitutif, des phénomènes vitaux. Malheureusement, elle est très abstraite, vague et, en outre, passablement compliquée. Ensuite, elle a l'inconvénient, beaucoup plus grave, de ne s'appliquer qu'à certains phénomènes vitaux, à la nutrition par exemple, ou au processus d'un raisonnement (*). Elle ne s'applique pas aux actes plus simples de la vie, tels que la sensation, le concept, le désir, le mouvement spontané.

Seule, à notre connaissance, la définition de saint Thomas d'Aquin embrasse les faits dans leurs caractères intimes et les envisage *formellement*, par leur genre et leur différence spécifique; seule, elle s'applique *omni et soli definito*.

(*) Voir *Principles of Biology*, vol. I, § 25. Williams and Norgate, 1884.

remment, les tissus se différencier selon l'espèce à laquelle l'organisme appartiendra, les organes se balancer et leurs fonctions se coordonner selon les besoins de l'ensemble, en un mot nous voyons le mouvement vital prendre une direction spéciale selon les sujets qui en sont le siège. « Ens vivens *secundum aliquam speciem motûs* seipsum movens. »

La définition de saint Thomas est donc bien dûment une définition naturelle : elle établit une ligne de démarcation objective entre les êtres qui vivent et ceux qui ne vivent pas.

Il y a plus. Non seulement l'immanence de l'activité constitue la caractéristique de la vie dans ce sens que tout être vivant, si bas qu'il soit dans la série des organismes, est doué de la propriété d'agir sur lui-même, à la différence de la matière brute qui en est absolument dépourvue, mais encore le degré d'élévation de la vie de n'importe quel être vivant se mesure sur le degré d'immanence de son activité distinctive.

Au plus bas degré de l'échelle de la vie, il y a la vie du végétal, vie de nutrition et de reproduction telle que nous l'avons décrite au début de cette étude ; plus haut, il y a la vie de l'animal qui végète et qui sent ; plus haut encore, la vie des êtres spirituels qui pensent, veulent, et choisissent ; enfin, au-dessus de la vie créée, la vie substantielle de l'Être divin.

Parcourons ces différents échelons de la vie et voyons-la s'y caractériser par son immanence progressive.

Lorsqu'un être quelconque agit, il y a toujours différents éléments qui contribuent à l'intégration de l'action totale : il y a d'abord l'*activité* elle-même, c'est-à-dire son exercice ; il y a le *but* vers lequel elle tend ; il y a enfin le *moyen* par lequel l'agent est mis à même de tendre vers le but et de l'atteindre.

Dans *la vie organique,* il n'y a qu'un seul de ces trois éléments qui relève de l'être vivant lui-même, un seul

donc qui trahisse l'immanence vitale, c'est l'*exercice* de l'activité que le vivant accomplit en *se* nourrissant, en *se* développant, en *se* reproduisant. Les deux autres éléments sont donnés au végétal, il ne se les procure pas à lui-même : en effet, le but de l'activité du végétal se confond avec sa nature et lui est donné avec elle ; avec elle aussi sont donnés les moyens de le poursuivre et de le réaliser, ces moyens n'étant pas autre chose que les forces dont le végétal est pourvu.

Mais montons d'un degré. L'*animal* possède toute la perfection de la vie organique, et il a en plus la faculté, non pas sans doute de se fixer le but ultime de ses appétitions et de ses mouvements, mais néanmoins de se laisser impressionner, dans la poursuite de ce but, par des influences intérieures qui n'ont rien de commun avec les excitations mécaniques des agents corporels. L'animal, en effet, est capable de mouvements qui ne sont pas la résultante fatale d'antécédents mécaniques, mais qui sont *spontanés*, c'est-à-dire, déterminés par des désirs sensibles, lesquels sont eux-mêmes provoqués par des perceptions sensitives antérieures. C'est donc un acte de connaissance qui imprime aux mouvements spontanés de la bête la *direction* qu'ils suivent dans le sens du but suprême de la nature animale ; et comme la connaissance est un acte immanent au premier chef, il est manifeste que l'animal révèle, plus et mieux que la plante, le caractère distinctif de la vie.

Ajoutons que, chez la plante, l'immanence n'appartient qu'au *sujet* organisé envisagé dans son entièreté, tandis que, chez l'animal, l'immanence pénètre jusqu'à la *faculté :* car l'activité cognitive se consomme dans la puissance cognitive elle-même.

Toutefois, chez la bête, posé la perception sensitive, l'appétition s'ensuit et le mouvement est adéquatement déterminé. Il n'y a donc place chez elle pour aucune liberté, ni dans le choix du but, ni dans la détermination des moyens à mettre en œuvre pour l'atteindre.

L'*homme,* au contraire, ne se trouve sous l'empire d'une appétition nécessitante que lorsqu'il se représente le bien en général, le bien complet pour lequel sa nature est faite. Quant à la volition du bien où l'objet de cette tendance nécessitante se trouve concrètement réalisé; quant aux moyens à employer pour s'approcher du bien suprême et arriver à le posséder, l'homme relève de lui-même. Ici, à part le bien en général qui est imposé à la volonté en dehors d'elle et sans elle, tout vient du sujet lui-même : *but* suprême *concret, buts particuliers, moyens, déploiement d'activité.* C'est l'immanence la plus profonde qui soit compatible avec les imperfections inhérentes à la créature.

Dieu seul est à lui-même sa propre fin. Lui seul n'a rien dû recevoir du dehors. Lui seul se suffit pour être, connaître, vouloir et agir. Bien plus, en lui tout n'est qu'un *acte* transcendant. Il n'y a plus ici de distinction entre le sujet et ses facultés, entre la faculté et son acte : l'être de Dieu, c'est son acte, et c'est en même temps son bien; et cet être, qui est à lui-même son bien, se connaît et s'aime lui-même, il est une pensée substantielle et un substantiel amour, il est à lui-même sa vie, la vie substantielle. C'est l'infini dans l'immanence comme en toute perfection (1).

(1) S. Thomas a admirablement condensé en quelques lignes les idées que nous développons dans le texte sur le parallélisme qu'il y a entre le degré de l'immanence et le degré de perfection des êtres vivants : " Cùm vivere dicantur aliqua secundum quod operantur ex seipsis, et non quasi ab aliis mota, quanto perfectiùs competit hoc alicui, tantò perfectiùs in eo invenitur vita. In moventibus autem et motis tria per ordinem inveniuntur.

Nam primò *finis* movet agentem ; agens verò principale est quod per suam formam agit; et hoc interdum agit per aliquod instrumentum quod non agit ex virtute suæ formæ, sed ex virtute principalis agentis; cui instrumento competit sola executio actionis.

Inveniuntur igitur quædam, quæ movent seipsa, non habito respectu ad formam vel finem quæ inest eis a natura, sed solùm quantum ad *executionem* motûs; sed forma per quam agunt, et finis propter quem agunt, determinantur eis a natura. Et hujusmodi sunt *plantæ,* quæ secundum formam inditam eis a natura movent seipsas, solùm habito respectu ad executionem motûs secundùm augmentum et decrementum.

Quædam verò ulteriùs movent seipsa, non solùm habito respectu ad executionem motûs, sed etiam quantùm ad *formam,* quæ est principium

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Arrivés au terme de cette étude, il est bon, pensons-nous, de jeter un regard en arrière sur les principales étapes que nous avons parcourues.

Nous avions pour but de rechercher, à l'aide des données du sens commun et des conclusions de la biologie, quelle est la notion philosophique qu'il faut se faire de la vie.

Dans un chapitre d'introduction, nous nous sommes demandé ce que les affirmations spontanées du sens commun et les conclusions autorisées de la science peuvent nous apprendre sur la vie.

motûs, quam per se acquirunt. Et hujusmodi sunt *animalia*, quorum motûs principium est forma non à natura indita, sed per sensum accepta. Unde quantò perfectiorem sensum habent, tantò perfectiùs movent seipsa. Nam ea quæ non habent nisi sensum tactûs, movent solùm seipsa motu dilatationis et constrictionis; ut ostrea, parùm excedentia motum plantæ. Quæ verò habent virtutem sensitivam perfectam, non solùm ad cognoscendum conjuncta et tangentia, sed etiam ad cognoscendum distantia, movent seipsa in remotum motu processivo.

Sed quamvis hujusmodi animalia formam, quæ est principium motûs, per sensum accipiant, non tamen per seipsa præstituunt sibi finem suæ operationis, vel sui motûs; sed est eis inditus à natura, cujus instinctu ad aliquid agendum moventur per formam sensu apprehensam. Unde supra talia animalia sunt illa quæ movent seipsa, etiam habito respectu ad *finem* quem sibi præstituunt. Quod quidem non fit nisi per rationem et intellectum, cujus est cognoscere proportionem finis, et ejus quod est ad finem; et unum ordinare in alterum. Unde perfectior modus vivendi est *eorum quæ habent intellectum.* Hæc enim perfectiùs movent seipsa. Et hujus est signum, quòd in uno et eodem homine virtus intellectiva movet potentias sensitivas, et potentiæ per suum imperium movent organa quæ exequuntur motum. Sicut etiam in artibus videmus quòd ars ad quam pertinet usus navis, scilicet ars gubernatoria, præcipit ei quæ inducit formam navis, et hæc præcipit illi quæ habet executionem tantum in disponendo materiam.

Sed quamvis intellectus noster ad aliqua se agat, tamen aliqua sunt ei præstituta à natura; sicut sunt prima principia, circa quæ non potest aliter se habere; et ultimus finis, quem non potest non velle. Unde, licet quantùm ad aliquid moveat se, tamen oportet quòd quantùm ad aliqua ab alio moveatur. Illud igitur, cujus sua natura est ipsum ejus intelligere, et cui *id quod naturaliter habet non determinatur ab alio,* hoc est quod obtinet summum gradum vitæ. Tale autem est *Deus.* Unde in Deo maximè est vita. Unde Philosophus (*Met.*, lib. XII, text. 51), ostenso quòd Deus sit intelligens, concludit quòd habeat vitam perfectissimam et sempiternam, quia intellectus ejus est perfectissimus et semper in actu. „ *Summ. theol.*, 1ª q. 18, art. 3. c.

Déjà pour le *sens commun*, l'être vivant suppose une certaine complication d'éléments hétérogènes tels que la science nous les montrera dans les organismes, et l'activité vitale se traduit surtout dans des mouvements sans cause extérieure visible, mouvements d'apparence spontanée au sens large de l'expression.

Nombreuses sont les *définitions scientifiques* de la vie, et il s'en faut qu'elles soient toujours concordantes. Une idée cependant se dégage de leur rapprochement : c'est que, pour les hommes de science les plus autorisés, *l'être vivant, c'est l'être doué d'organisation,* et *la vie, c'est l'ensemble des fonctions qui sont propres aux êtres organisés.*

Dès lors, pour nous acheminer vers une notion scientifique exacte de la vie, il nous fallait commencer par étudier la notion scientifique d'un organisme et des fonctions des êtres organisés.

Or, pour le naturaliste, l'organisme est une cellule ou a été originairement une cellule, et c'est d'elle qu'il est issu par un processus de différenciation progressive ; les fonctions de tout être organisé se réduisent aux fonctions de la cellule. Notre première tâche consistait donc à décrire l'*organisation de la cellule* et le *fonctionnement de la vie cellulaire.*

Toutefois, comme l'assimilation de nos organismes compliqués à une simple cellule microscopique pouvait paraître paradoxale et heurter des esprits peu familiers avec les observations et le langage des micrographes, il nous a semblé opportun de répondre tout d'abord à cette préoccupation que nous redoutions, et voilà pourquoi nous avons consacré un alinéa à montrer que les fonctions de digestion, d'absorption, de circulation, de respiration, de sécrétion des organismes végétaux ou animaux ne font que préparer ou compléter la fonction de nutrition telle qu'elle apparaît déjà essentiellement dans la vie cellulaire.

Le terrain ainsi déblayé, nous pouvions aborder avec fruit l'étude morphologique et physiologique de la cellule.

Nous avons donc décrit l'*organisation* cellulaire, avec son noyau, son protoplasme, sa membrane.

Nous avons décrit ensuite les *fonctions* de la vie cellulaire.

En premier lieu, la fonction de *nutrition*. Nous avons analysé ce mouvement alternatif d'assimilation et de désassimilation de la nutrition cellulaire, et nous avons tâché d'entrevoir quelle est l'étendue et quelle est l'intensité de ce mouvement que nous avons reconnu dans son ensemble pour un mouvement d'ordre *chimique*.

Nous avons suivi ensuite et rattaché à la nutrition les mouvements *physiques* du protoplasme au sein de la cellule, et les mouvements de *masse* attribués par la physiologie à l'irritabilité du protoplasme.

Après une parenthèse destinée à éclaircir la notion de l'*irritabilité*, nous avons poursuivi notre voie en montrant comme quoi ce triple mouvement atomique, moléculaire et de masse dont la cellule est le siège, rentre lui-même dans un mouvement plus général que nous avons résumé sous le nom de *cours de la vie individuelle et spécifique* de l'être organisé.

Il y a dans le cours de cette vie de l'individu et de l'espèce plusieurs stades : la cellule, que ce soit une cellule ordinaire ou une cellule fécondée, s'accroît, se divise, et les cellules-filles issues de la division se développent alors, s'il y a lieu, pour former les organismes plus compliqués des deux règnes.

Nous avons commencé par l'étude de la division du noyau ou de la caryocinèse, et plus généralement, de la division cellulaire ou de la cytodiérèse.

Nous y avons rattaché les mouvements si remarquables qui servent à la maturation de la cellule-œuf et à la préparation du zoosperme pour le phénomène de la fécondation chez les organismes à reproduction sexuelle.

Nous avons vu la cellule fécondée ou « cellule de segmentation » se diviser à son tour en repassant par les

phases déjà décrites de la division cellulaire, puis, à l'aide de deux lois que nous nous sommes efforcés de comprendre, la loi de l'accroissement inégal de la membrane cellulaire et de la couche cellulaire périphérique, et la loi de la différenciation histologique et de la division du travail, nous nous sommes formé une idée générale du développement d'un organisme, depuis la cellule embryonnaire primitive jusqu'aux stades extrêmes de complication des innombrables espèces végétales et animales dont la nature est peuplée.

Là s'arrêtait la première partie de notre enquête scientifique sur la vie, c'était la partie *descriptive*. Il fallait en synthétiser les résultats.

Quels sont les *caractères distinctifs* des organismes? Qu'est-ce qu'il y a de *spécial* au mouvement de la vie?

Ce fut l'objet de notre seconde partie et le moyen de nous acheminer vers le but final de notre travail, la définition philosophique de la vie.

Les caractères essentiels de l'être organisé sont la coordination de ses éléments constitutifs et la subordination de ses fonctions, ou, en langage plus philosophique, sa double unité de *substance* ou de *constitution*, et de *nature* ou *d'activité*, ou, mieux encore, son *unité de constitution et de nature*, car, en réalité, l'être est pour l'action, l'organe pour la fonction, l'unité d'être pour l'*unité de la nature*.

Nous avons poursuivi la recherche de cette unité à la fois dans les organismes complexes à l'état adulte, dans la cellule élémentaire et dans l'évolution de la cellule en voie de former les organismes qui en dérivent.

Nous avons alors conclu à une *première définition* de la vie, ou, plus exactement, de *l'être vivant*. L'être vivant, avons-nous dit, c'est *la substance qui réalise les conditions d'organisation*. Ce qui revient à dire avec Aristote que l'âme, ou le premier principe de vie des corps vivants, peut se définir *la cause primordiale de l'être et de l'activité*

des corps naturels doués d'organisation. « Anima est perfectio prima primusque actus corporis naturalis organis præditi » (1).

La *seconde définition* porte, non plus directement sur la substance vivante, mais sur *l'activité* que l'on désigne du nom de vie, sur le mouvement vital.

Le mouvement vital n'a pas pour caractère propre d'être spontané, comme beaucoup d'auteurs spiritualistes l'affirment trop précipitamment; il ne se produit que s'il est provoqué et dans la mesure où il est provoqué; il est soumis aux grandes lois de la conservation de la matière, de la conservation de l'énergie et de l'équivalence des forces de la nature; il n'est donc *pas spontané.*

Nous avons montré, en effet, que les éléments qui entrent dans la constitution des substances plasmiques sont les mêmes que ceux dont sont faits les corps minéraux, que les forces qui sont en jeu dans les êtres vivants sont les mêmes forces mécaniques, physiques et chimiques que nous retrouvons en dehors d'eux dans la nature non-vivante; il n'y a donc aucune raison de soustraire les êtres vivants et leur mouvement aux lois qui régissent les éléments et les forces de l'univers en général. Bien plus, l'expérience prouve que l'on peut avec succès appliquer les prévisions du déterminisme aux phénomènes vitaux, et Hirn a même en particulier constaté que les mouvements de l'animal et de l'homme sont soumis à la loi de l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique.

Donc le mouvement vital n'est *pas spontané,* mais *provoqué.*

En revanche, le mouvement vital a des caractères positifs qui le distinguent des êtres inanimés, il est *continu* et surtout il est *immanent.*

D'une façon générale, il est permis de dire que la nature inanimée tend à *l'équilibre le plus stable*, tandis que les

(1) Εἰ δή τι κοινὸν ἐπὶ πάσης ψυχῆς δεῖ λέγειν, εἴη ἂν ἐντελέχεια ἡ πρώτη σώματος φυσικοῦ ὀργανικοῦ. *De Animâ,* II, 1.

corps animés ont une tendance naturelle à réaliser un *équilibre dynamique instable.*

Nous avons vérifié cette opposition entre les êtres des deux règnes sur le terrain de la chimie, de la physique et de la minéralogie; nous l'avons vérifiée pour les corps bruts ou vivants envisagés à part, nous l'avons vérifiée pour la nature inanimée et la nature animée envisagées dans leur ensemble.

A vrai dire cependant, la différence essentielle entre la matière brute et les êtres doués de vie n'est pas là. Car en définitive, si remarquable que soit la continuité du mouvement que nous avons observé chez les êtres organisés, il a ses analogues dans le monde inanimé.

Où gît donc la différence entre le mouvement même continu de la matière brute et le mouvement de la vie?

C'est que le premier est *transitif,* tandis que le second est *immanent.* Le *mouvement,* même continu, c'est le *genre;* l'*immanence,* c'est la *différence spécifique* de la définition de la vie.

C'est cette définition qui se trouve admirablement résumée dans cette formule de saint Thomas d'Aquin : « Ens vivens est substantia in cujus naturâ est movere seipsam. »

Exposer le sens exact de cette définition et en justifier la valeur, telle était la double tâche qu'il nous restait à fournir.

Nous avons donc montré ce que l'École entend par mouvement et ce que c'est, pour elle, que se mouvoir d'un mouvement immanent ou se mouvoir soi-même.

Puis nous avons tâché de faire voir que réellement l'être vivant se meut lui-même, dans le sens précédemment défini ; que, par contre, ce mouvement ne se trouve chez aucun être dépourvu de vie; et que, par conséquent, l'immanence du mouvement ou de l'activité constitue bien, au profit du règne de la vie, une véritable *caractéristique.*

Il y a plus, avons-nous dit. Non seulement l'être vivant

se meut lui-même et est seul à se mouvoir lui-même, mais, en élargissant les données du problème de la vie, on s'aperçoit que plus un être vivant se trouve haut placé dans l'échelle des êtres, plus est profonde l'immanence de son activité. L'immanence est donc tout à la fois le caractère spécifique et la mesure du degré de perfection des êtres vivants.

Admirable confirmation de la définition formulée par saint Thomas d'Aquin ! Aussi, après avoir examiné celles que l'on a essayé de lui substituer dans les temps plus récents, avons-nous dû reconnaître et maintenir qu'elle l'emporte sur toutes les autres et que seule, à parler rigoureusement, elle vérifie les conditions de *justesse* et de *précision* qui sont exigées d'une bonne définition.

D. Mercier.

EXPLICATION DE LA PLANCHE (*)

Fig. 1. Cellule-type. — *n*, noyau ; *pr*, protoplasme ; *m*, membrane.

Fig. 2-3. Division cellulaire : forme pelotonnée. D'après J.-B. Carnoy, *La Cellule*, t. I, pl. III.

Fig. 4-6. Division cellulaire : couronne équatoriale.

Fig. 7-10. Division cellulaire : couronnes polaires.

Fig. 11 *(a-d)*. Différents stades de la segmentation. Morula. D'après O. Hertwig, *Traité d'embryologie*, fig. 30-41.

Fig. 12. Blastula de l'*Amphioxus*.

Fig. 13. Processus d'invagination. Schéma de la formation des glandes. Glandes tubuleuses et acineuses, simples et composées.

Fig. 14. Les feuillets germinatifs. — *ect*, ectoderme; *ent*, entoderme; *mes*, mésoderme.

Fig. 15. Dent carnassière du Lion.

(*) Voir à la fin de la livraison.

A PROPOS

DU

CONGRÈS D'ANTHROPOLOGIE CRIMINELLE (1)

Les congrès d'anthropologie criminelle réunis en 1885 et 1889 à Rome et à Paris avaient nettement présenté le caractère d'une guerre à outrance aux idées traditionnelles en matière de répression et de droit pénal. C'était, d'ailleurs, l'impulsion donnée à tout le mouvement anthropologique par ses premiers et trop bouillants initiateurs.

Pour Lombroso, Puglia, Garofalo, pour beaucoup d'autres encore, il fallait faire sauter la vieille épave juridique, bonne tout au plus à obstruer le chenal à l'école nouvelle.

Le mouvement anthropologique était une réaction; il fut exagéré : c'est le sort des réactions.

A la session de Bruxelles, un mouvement nouveau se produisit : mouvement de conciliation et d'entente entre

(1) Troisième congrès d'anthropologie criminelle, réuni à Bruxelles du 7 au 13 août 1892.

des écoles qui semblaient être aux antipodes l'une de l'autre.

Cette tentative de conciliation fut l'objet de jugements divers, et quelques publicistes se sont montrés bien sceptiques dans leurs appréciations.

On a voulu y trouver une bonne part de « sous-entendus, de tolérance et de déférence mutuelles. »

La tolérance, la déférence dans les procédés de discussions ne peuvent que contribuer au progrès de la science.

Mais jamais les sous-entendus et les équivoques ne pourront favoriser le développement du savoir humain.

C'est, au contraire, par la nette expression des conclusions de chaque système qu'il faut parvenir à la vision claire du vrai.

Il faut donc, avant tout, éviter les sous-entendus, élucider les équivoques, dépouiller les idées de la gangue qui les ternit, et empêche de les voir dans leur netteté.

Une est la vérité, comme une est la réalité des choses.

La conciliation entre les écoles ne doit pas être un marchandage à qui conservera la plus grosse part de son patrimoine de théories et de conclusions.

Tout autre doit être la conciliation scientifique.

La base en doit être l'abandon de tout ce qui est parti pris d'école.

Aucune école scientifique ne doit se croire infaillible *à priori*. Une comparaison sincère entre des systèmes opposés fera voir plus nettement ce qui est vérité et ce qui est illusion.

Il faut que, par une critique loyale et sévère, on établisse avec précision ce que les deux écoles prétendent ; que l'on distingue bien les points sur lesquels il y a divergence réelle et non apparente.

Sur ces points on verra sombrer des théories. La vérité n'est pas affaire d'écoles, elle est au-dessus d'elles ; ce qui est faux pour l'une ne saurait être vrai pour l'autre. Si l'une a raison, l'autre a tort.

Ceux qui aiment mieux les systèmes que la vérité pourront craindre ce résultat de discernement, auquel tout esprit droit et loyal doit aspirer.

Mais les divergences, souvent, seront de pure apparence. Une école part d'un point de vue, et néglige trop une autre manière d'envisager les mêmes objets ; l'autre voit d'un autre côté, et oublie qu'il y a un revers à l'objet de son étude.

Ainsi, le juriste voit l'homme dans sa nature d'être raisonnable, sujet du droit, sujet de la moralité. Le médecin, le physiologiste voit un organisme dans l'homme. L'un et l'autre étudient le même homme sous des angles différents.

Aussi longtemps qu'ils ne feront que considérer ce qui est dans la réalité, ils ne peuvent se contredire. L'opposition commencera lorsque l'esprit, se resserrant en des limites trop étroites, ne voudra reconnaître que ce qu'il aperçoit de son côté, rejetant comme erreur ce qui existe au côté opposé : ainsi se tromperait le collectionneur d'effigies royales qui ne voudrait point reconnaître que la pièce de monnaie, dans laquelle il ne voit que la face, porte aussi, au revers, des empreintes qui n'intéressent point sa manière de regarder les choses.

M. le Dr Dallemagne, dans *La Clinique* du 25 août, parle de la conciliation entre les écoles. Il exige comme première condition que l'on reconnaisse les faits, et les faits seulement, comme point de départ de la science. C'est précisément ce que nous demandions nous-mêmes au Congrès. Il est vrai que M. Dallemagne pense que seul l'entraînement de l'improvisation nous a conduits à cette déclaration. Qu'il se rassure : c'était l'expression de notre pensée froidement raisonnée. Quelques semaines avant le Congrès nous écrivions : « Nous ne reconnaissons donc *qu'un seul point de départ* de nos connaissances : *la constatation des faits... Des faits donc, rien que des faits,* mais des faits étudiés, médités, des faits d'où l'on déduise les

conséquences qu'ils nous manifestent : voilà notre point de départ, et notre méthode. Nous n'en reconnaissons point d'autre... » Et les soulignés y étaient (1). Nous avions fait la même déclaration en d'autres occasions.

M. Dallemagne offre de nous conduire au laboratoire, car il nous reproche de ne point le connaître assez. Le laboratoire! il est indispensable pour la science, et en particulier pour celle dont nous parlons. Nous voulons être les disciples du laboratoire. Mais tout le monde peut-il se spécialiser dans les sciences médicales? Nous ne pensons pas que ce soit la pensée de M. Dallemagne.

Il est d'autres sciences que la physiologie et l'anatomie. Il serait bien téméraire, celui qui prétendrait être une encyclopédie vivante, possédant à fond toutes les sciences.

Nous ne méprisons pas le laboratoire, et nous tâchons d'en pénétrer les enseignements. Mais nous dirigeons ailleurs aussi nos investigations. Il n'y a pas que le laboratoire. Il y a bien *des faits* qui ne peuvent y être étudiés, et qui n'en sont pas moins de la plus haute importance. Ces faits, il faut les considérer.

« Il est bien entendu qu'on ne va pas séparer les faits en deux catégories, » nous dit notre savant critique lui-même : les faits qui relèvent directement des sciences exactes, et les faits psychiques, intellectuels, moraux. Nous nous sommes élevés, et nous nous élevons encore contre cette séparation. Pour connaître l'homme, il faut l'étudier sous tous ses aspects. Mais l'étude sérieuse des faits psychiques, intellectuels et moraux, se fait dans la vie normale de l'individu, non pas dans des expériences de laboratoire.

M. Dallemagne trouve aussi que « le prêtre, le magistrat protestent contre les conséquences de nos prémisses, et cela, souvent, non sans une certaine pointe d'arrogance. »

(1) Voir notre travail sur *Les Bases de la morale et du droit.* Paris, Alcan; Gand, Siffer. 1892. Introduction. Méthode.

(Serait-ce le vieux cliché de certaine presse politique ?) La cause en est, d'après M. Dallemagne, l'ignorance des faits, surtout la non-intelligence des réflexes.

Mais précisément, si l'on ne se contente pas des expériences de laboratoire, — toujours un peu factices pour les phénomènes de la vie psychique, — on trouve qu'il doit y avoir autre chose que des réflexes. Qu'il y a, par exemple, un pouvoir d'inhibition sur les réflexes ; que l'homme domine les mouvements de l'organisme. Il faut étudier l'action de la pensée et de la volonté, et celle-là, les réflexes, non, ils ne l'expliquent pas ! — Lorsqu'un sujet résiste à ce que nous appelons une tentation, à ce que d'autres appelleraient une incitation ou une impulsion, le réflexe ne suffit pas ; — il faut reconnaître une force extra-organique.

Le laboratoire nous montrera l'organisme, la machine ; — la vie intellectuelle et morale ne relève pas du laboratoire.

M. Dallemagne veut nous conduire dans ce sanctuaire ; nous serons heureux d'y apprendre quelque chose de lui. Nous nous offrons à l'en faire sortir quelquefois, et à lui montrer la vie réelle, la vie vraie et normale de l'homme intellectuel et moral. Là aussi il trouvera des faits qui méritent l'attention : la lutte contre les penchants, la résistance aux entraînements, la conscience du bien et du mal, la persuasion intime de la responsabilité.

Les faits donc, mais tous les faits : voilà le point de départ. Chaque école pourra se spécialiser dans l'observation d'un ordre de phénomènes, sans oublier toutefois qu'il en est d'autres, sans négliger d'en tenir compte.

Nous n'entendons, d'ailleurs, en aucune manière abdiquer notre raison — nous ne voulons pas nous réduire au rôle d'appareil enregistreur de faits ; — nous voulons les étudier, les discuter, les raisonner.

Ces faits, nous les demandons établis ; les conséquences des faits, nous les voulons démontrées.

Nous admettons le dogme appuyé sur une autorité divine ; nous n'admettrons jamais le dogmatisme scientifique, au nom de cette entité abstraite, et souvent imaginaire, que l'on appelle La Science.

Ne nous emballons pas trop vite à créer des théories scientifiques. Trop souvent on a vu des systèmes que l'on proclamait au nom de La Science, crouler après quelques années, parce qu'ils avaient été prématurément établis. Pour peu qu'un savant parle, il proclame que La Science a parlé.

C'est du dogmatisme, cela !

L'anthropologie criminelle a eu déjà sa part des retours de l'opinion. Avant le Congrès de Paris, on ne parlait des théories lombrosiennes qu'avec l'accent du respect le plus profond. Trois années ont suffi pour les précipiter du haut de la roche Tarpéienne.

Et Lombroso, cependant, et ses partisans, n'étaient pas les premiers venus en science.

C'est un des exemples nombreux que l'on pourrait invoquer pour persuader aux savants d'être avides de faits, avares de théories.

Une dernière remarque sur la déclaration de M. Dallemagne : « Il faut, dit-il, qu'ils (les adversaires) nous suivent sur tous les terrains, » — c'est bien notre manière de voir ; — « qu'ils parlent notre langue. » Nous y sommes bien décidés, à condition qu'elle soit logique, puisque nos adversaires sont décidés à ne pas apprendre notre langue à nous, que peut-être ils ne comprennent pas toujours suffisamment.

Puisque nous avons eu l'honneur d'être l'un de ceux qui, au Congrès de Bruxelles, ont affirmé la possibilité d'un rapprochement entre l'école juridique et l'école anthropologique, nous essayerons de dissiper quelques-unes des équivoques qui séparent les écoles, et de montrer les points de contact auxquels nous faisions allusion.

A cet effet, voyons d'abord quelle est l'idée fondamentale des écoles qui sont en présence. L'on ne tardera pas à reconnaître que, sur le point essentiel, elles ne sont pas loin de se tendre la main.

Les idées fondamentales de l'école juridique peuvent se traduire ainsi :

1° Il y a un ordre moral et un ordre juridique que l'homme doit respecter ;

2° L'homme est un être doué d'intelligence et de volonté. Lorsque son intelligence comprend la loi, que sa volonté choisit entre le respect et la violation, cette action libre et consciente lui est imputable ;

3° La peine est la réparation de l'ordre violé, en même temps qu'elle en est la sauvegarde.

Nous avons prononcé ici deux mots qui, aux yeux de beaucoup d'anthropologistes, sont la condamnation de l'école juridique. Quoi de plus à prioristique que ces idées : la morale, le droit ! Sur quoi se basent-elles ? Ne sont-ce pas des rêves, des songes creux ?

Qu'ils nous permettent de leur demander, tout d'abord, s'ils oseraient les rejeter de la vie ! Nier le droit, nier la morale, c'est démolir l'humanité elle-même. Dites à l'homme qu'il n'y a plus de devoirs ; que l'action prétendue bonne ou mauvaise n'est pas telle dans sa réalité ; que le devoir est une chimère ; qu'il n'y a pas de droit. Quelle société peut rester debout ? Quelle bride imposerez-vous aux passions ?

Mais la base du droit, la base de la morale ! Non pas une base de fiction, de convenu ! La base réelle, dans l'objectivité des choses !

Cette base existe. Elle se trouve dans une donnée que l'on ose traiter d'anti-scientifique, mais qui est, en réalité, la plus scientifique de toutes. La science est avant tout la connaissance des causes, et la cause des causes, c'est la cause première.

« Il y a une conclusion qu'on ne peut éviter quand on raisonne sur la cause première. Il faut qu'elle soit indépendante. Si elle n'est pas indépendante, elle ne peut être la cause première, car c'est la cause dont elle dépend qui doit être la cause première. Il ne suffit pas de dire qu'elle est partiellement indépendante, puisque c'est supposer une nécessité qui détermine sa dépendance partielle, et que cette nécessité, quelle qu'elle soit, doit être une cause supérieure ou la vraie cause première; ce qui est une contradiction. Mais penser que la cause première est totalement indépendante, c'est penser qu'elle existe en dehors de toute autre existence ; car si la présence d'une autre cause est nécessaire, la cause première doit dépendre partiellement de cette autre existence, et ne plus être la cause première..... Ainsi la cause première doit être, dans tous les sens, parfaite, complète, totale, *renfermant en elle tout pouvoir et s'élevant au-dessus de toute loi*, ou, pour nous servir de l'expression reçue, elle doit être absolue. » La page que l'on vient de lire est d'un auteur que personne, certes, n'oserait considérer comme n'étant pas à la hauteur de la science moderne : elle est de Herbert Spencer (1).

La nature entière est l'œuvre de Dieu ; — ce Dieu est Intelligence; — il a donc créé son œuvre en vue d'une fin déterminée ; il a voulu qu'un ordre, celui de moyens à fins, régnât dans ce monde qu'il a fait ; ordre qui n'est autre que celui de *la nature des choses*.

Voilà la base de la morale et du droit, que l'on nous demandait.

La finalité des êtres doit être respectée, parce qu'elle est voulue par Celui dont la volonté a tout produit, l'homme comme les autres êtres ; cette volonté est au-dessus de tout et souverainement respectable.

L'homme a sa fin marquée dans l'ordre des choses. Créature intelligente, il a pour fin sa perfection, la per-

(1) Spencer, *Premiers Principes*. Paris. Alcan, p. 42.

fection de son intelligence et de sa volonté. Sa fin est sienne, elle lui appartient, une autre créature ne peut se la subordonner.

Voilà la morale et le droit. L'ordre des choses voulu du Créateur est inviolable : c'est la loi morale. L'homme doit être respecté dans sa tendance à sa fin dans cet ordre des choses : c'est le droit.

L'homme comprend la morale et le droit par son intelligence ; il comprend que telle action est conforme ou non à l'ordre sous ces deux aspects ; sa volonté choisit, il fait l'action ou la rejette : c'est l'acte moral ou immoral, juste ou injuste.

Puisque le libre arbitre a déterminé l'action, l'homme est pleinement cause de l'observance de la loi ou de sa violation ; il répondra de son acte. Cette responsabilité est la source de la revendication : de la peine, ou de la réparation du droit.

Voilà la thèse de l'école juridique : — est-elle scientifique ?

On ne nous demandera certes pas de prouver ici, dans les quelques pages qui nous sont réservées, l'existence de Dieu, la conscience, la liberté. Cette démonstration, nous l'avons fournie dans notre ouvrage sur *Les Bases de la morale et du droit*, que nous avons écrit précisément pour démontrer que les vieilles idées sur ces matières ne sont pas en opposition avec ce qu'il y a d'établi dans l'anthropologie criminelle.

Ces données se démontrent scientifiquement, en s'appuyant uniquement sur la réalité des choses et sur leur nature.

Il est une chose que volontiers on reproche à l'école juridique, et que cependant elle ne prétend point.

L'homme, sujet du droit, de la morale, de l'obligation, n'est point un être idéal ; c'est l'homme tel qu'il existe dans la réalité des choses, avec son organisme, source

des passions même s'il est normal, et de plus, souvent imparfait ou anormal.

Or c'est l'homme réel qu'il faut considérer. Il faut le prendre tel qu'il est, avec ses passions, avec ses anomalies, avec les états pathologiques qui viennent empêcher le jeu de ses facultés supérieures. Car les facultés supérieures subissent l'influence de l'organisme, on l'a toujours reconnu.

L'organisme est un facteur important du crime, — car le criminel est celui qui donne libre cours à ses penchants, qui sont, en général, des fonctions organiques. C'est un point de vue important ; peut-être n'y a-t-on pas donné l'attention qu'il fallait. En cette matière, le moraliste et le magistrat auront beaucoup à apprendre du médecin... et le médecin lui-même a beaucoup à apprendre encore.

L'étude de l'homme physique au point de vue de la criminalité doit être poussée activement, car la science en est, à ce sujet, à la première période de son développement.

La théorie juridique est-elle conciliable avec l'anthropologie criminelle ?

Entendons-nous. Si l'on comprend par anthropologie criminelle cette théorie qui nie le droit, la morale, la conscience, la liberté, la responsabilité, — non, la conciliation n'est pas possible.

Il est des partisans de l'anthropologie criminelle qui ont nié tout cela : Lombroso et Puglia entre autres. Garofalo trouve que le problème de la morale est insoluble. Mme Clémence Royer proclame « qu'un être humain n'est pas plus responsable de ses vertus que de ses vices. Il ne dépend pas plus de lui d'être saint Vincent de Paul que Lacenaire, Régulus que Catilina, Newton ou le dernier des cuistres. »

Pour ceux-là, nous ne cesserons de les combattre. Mais ces auteurs sont-ils l'école anthropologique ?

Ainsi que le disait M. Drill dans le rapport qu'il a présenté au Congrès, ce n'est pas d'après les bévues de quelques-uns qu'il faut juger une école, mais d'après les conclusions d'ensemble.

L'école anthropologique, d'après sa méthode et d'après ses démonstrations, arrive-t-elle à la négation de la morale, ou même à la négation du libre arbitre ?

Celui qui prétendrait que l'anthropologie criminelle nie la morale, provoquerait bien sûr les protestations indignées de la presque unanimité des anthropologistes.

Quant au libre arbitre, certes beaucoup d'anthropologistes le nient. Mais est-ce bien l'anthropologie criminelle qui les y conduit? Il serait curieux de voir une synthèse des arguments d'anthropologie en faveur du déterminisme. Ceux qui arrivent à cette conclusion oublient qu'il y a une opposition frappante entre l'aliéné criminel, le fou moral, l'impulsif, l'obsédé, d'une part; et, d'autre part, l'homme sain d'esprit et maître de lui-même qui commet le crime.

M. Benedikt employait au Congrès cette expression pittoresque : « Il y a des criminels honnêtes. »

Reprenant cette expression, malgré ce qu'elle a de paradoxal, nous faisions remarquer que ces criminels honnêtes ne peuvent être que les anormaux, les pathologiques ; — qu'à côté d'eux, il y a les criminels *qui ne sont pas honnêtes : vrais criminels*, les physiologiques, les normaux, qui commettent le crime parce qu'ils le veulent.

Si l'on veut pousser plus loin les conclusions de l'anthropologie, et prétendre que tout criminel est un malade et seulement un malade ; si l'on veut arriver à cette conclusion, que l'homme n'est pas responsable de ses crimes et de ses vertus, alors non nous ne trouvons plus de conciliation possible. Mais cette conclusion est aussi fausse en anthropologie qu'en philosophie morale. Car elle ne concorde pas avec la nature de l'homme, doué d'intelligence et de volonté.

Il est autre chose dans la science anthropologique. Elle apporte des indications précieuses montrant les altérations de l'organisme humain, en rapport avec le jeu des facultés qui sont les conditions de la morale et du droit.

A considérer l'organisme dans son état normal, il est incontestable qu'il exerce une influence considérable sur la criminalité. Les passions sont des fonctions du corps. Ce sont elles qui entraînent l'homme au vice et au crime. Elles peuvent, si elles sont violemment surexcitées, amener l'irresponsabilité.

Si l'on étudie l'organisme anormal ou pathologique, cette influence devient bien plus manifeste et plus puissante. C'est là que trouve sa place l'influence de l'imbécillité, de l'idiotie, de la dégénérescence sur la criminalité. Le fonctionnement anormal du cerveau se montre encore dans l'obsession dont nous parlaient avec tant de charme MM. Magnan et Ladame.

Cette obsession prend parfois une forme spéciale, par son insistance et sa durée, et devient une espèce de préméditation apparente.

Bien voisins des obsédés sont les impulsifs. L'impulsion irrésistible, bien que consciente, semble prouvée par une observation indiscutable. L'impulsif est-il un fou ou un anormal? Nous croyons qu'il n'y a là, au point de vue anthropologique, qu'une question de détail. Son état particulier a pour cause, de l'accord de tous, une anomalie du cerveau. Qu'on le dise fou ou anormal, toujours est-il que l'impulsion tient à un état du cerveau qui est incapable de fournir les fonctions normales.

Quant aux influences sociologiques sur le crime, elles sont incontestables. L'éducation en est la première forme, peut-être la plus importante.

L'influence des milieux est immense, et se montre avec toute sa redoutable énergie dans le crime des foules.

Tout cela s'accorde parfaitement avec les idées de l'ancienne école.

L'homme n'est pas un pur esprit : il est un composé de corps et d'âme, et ce de telle manière, que l'âme ne peut exercer ses fonctions sans l'intervention du crops.

Le libre arbitre suppose nécessairement l'intelligence, et celle-ci ne peut produire son opération sans une continuelle intervention des sens et de l'imagination, qui, eux, sont des puissances organiques.

Il n'y a donc aucune difficulté à admettre que l'homme dont le cerveau, ou le système nerveux en général, est anormal, puisse se trouver dans des conditions telles que les fonctions de l'intelligence et de la volonté soient impossibles ou irrégulières.

Dès lors la liberté et, conséquemment, l'imputabilité et la responsabilité, se trouveront suspendues ou altérées.

Il n'y a pas de difficulté non plus à reconnaître l'influence des passions sur le crime.

Il n'y a donc ici aucune contradiction entre l'école juridique et l'école anthropologique.

Pour arriver à une conciliation, ou plutôt à *la conciliation,* c'est-à-dire à la rencontre des vérités qui se trouvent dans les deux écoles, il faut uniquement savoir faire abstraction de l'esprit de système.

Les vieilles idées sur la morale et le droit sont vraies ; beaucoup des conclusions de l'anthropologie sont vraies, elles aussi. Il faut que ces vérités s'accordent.

Il peut y avoir une apparence d'opposition, à cause des points de vue différents auxquels se mettent les deux écoles, ou bien encore à cause de l'exagération inconsciente de l'expression ; à cause, également, de la non intelligence, de la part d'une école, du langage de l'autre. Il faut savoir quitter chacun son point de vue, et embrasser l'objet de ses études de tous les côtés à la fois. Alors on verra dans l'homme l'*animal raisonnable.*

Animal, bien sûr, mais incontestablement *raisonnable.*

On verra que les fonctions de l'homme, être raisonnable, ne sont point exemptes de l'influence de l'animal. Sa rai-

son a besoin du concours de l'organisme, et toutes les perturbations de celui-ci ont leur contre-coup sur celle-là.

Pour mettre les deux écoles d'accord, il suffira de regarder l'homme dans sa réalité complète, corps et âme.

L'étude de l'organisme et du milieu dans leur influence sur la criminalité, voilà le véritable terrain de l'anthropologie criminelle. Ce terrain est aussi une fraction du territoire immense des sciences juridiques. Voilà le point de contact.

Si l'on veut appliquer ses efforts à ce point, on fera un chemin rapide vers la vérité, et nous ne verrons pas se réaliser cette triste appréhension de M. Dallemagne, « que tout ne rentre dans la nuit, laissant à ces nouvelles doctrines le soin d'arriver par leurs propres forces à s'imposer à l'attention et au respect. »

Pourquoi « tout rentrerait-il dans la nuit? » Les deux écoles réunies marcheront plus vite vers la lumière.

Ce qui retombera dans l'oubli, ce sont les exagérations, les hypothèses gratuites, les théories sans fondement. La vérité n'a pas peur du contrôle, et les deux écoles, marchant côte à côte, se contrôleront à chaque instant. La science ne pourra qu'y gagner.

Nous ne nous demanderons pas, comme M. Dallemagne, ce que sera le Congrès de Genève, si l'école juridique ou l'école anthropologique y prendront le haut du pavé. Mais une espérance que nous croyons pouvoir nourrir, c'est que, si les deux écoles travaillent de concert, on arrivera rapidement à un résultat qui dépassera peut-être tout ce que l'on attendait.

MAURICE DE BAETS.

LA PHOTOGRAPHIE

DES

PROTUBÉRANCES SOLAIRES (1)

« L'éclipse de 1868 sera une date mémorable dans l'histoire de l'astronomie, car c'est alors que M. Janssen et M. Lockyer apprirent aux savants à étudier en tout temps les protubérances, sans devoir attendre les époques si rares où la nature se plaît à nous les montrer un instant en éclipsant la brillante lumière qui nous empêche de les voir. Depuis lors, le spectroscope est devenu un instrument indispensable aux astronomes ; c'est grâce à lui qu'ils peuvent observer tous les jours ces produits de l'activité solaire qui se dérobent ordinairement à nos regards. On s'est livré à cette étude avec une ardeur incomparable, et en quelques années on a obtenu des résultats extrêmement intéressants ; les nouvelles décou-

(1) Technology Quarterly, t. III, n° 4, 1890. Un article de M. G. E. Hale. Je n'ai pas pu consulter ce travail.

Astronomische Nachrichten, n°s 3006, 3037 et 3053. Notes du même.

Sidereal Messenger, June 1891. Un article du même.

American Journal of Science, August 1891. George E. Hale. *Photographic*

vertes ont comblé de nombreuses lacunes dans les différentes branches de la physique solaire, et projeté une éclatante lumière sur une multitude de questions qui, sans ces travaux, seraient restées à jamais enveloppées de la plus profonde obscurité » (1).

C'est dans ces lignes, dont l'enthousiasme n'est nullement exagéré, qu'un des spectrocopistes les plus renommés,

Investigations of Solar Prominences and their Spectra, pp. 160 et suiv.; 1 planche.

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tomes CXIII, CXIV, CXV:

17 août 1891. H. Deslandres. *Recherches nouvelles sur l'atmosphère solaire*, pp. 307-310.

8 févr. 1892. H. Deslandres. *Recherches nouvelles sur l'atmosphère solaire*, p. 276.

14 mars. H. Deslandres. *Sur une protubérance remarquable*, pp. 578-580.

9 mai. Mouchez. *Photographies des protubérances solaires à l'Observatoire de Paris, par M. Deslandres*, p. 1045.

13 juin. G. E. Hale. *Recherches sur l'atmosphère solaire*, p. 1406.

11 juill. G. E. Hale. *Photographies de la chromosphère, des protubérances et des facules solaires, à l'Observatoire d'astronomie physique de Kenwood-Chicago*, pp. 106-109.

25 juill. H. Deslandres. *Résultats nouveaux sur l'hydrogène, obtenus par l'étude spectrale du Soleil. Rapprochements avec l'étoile nouvelle du Cocher*, pp. 222-225.

Astronomy and Astro-Physics. 1892.

Jan. G. E. Hale. *The Ultra-Violet Spectrum of the Solar Prominences*, pp. 50-59.

C. A. Young. *Note on the Chromosphere Spectrum*, p. 59.

G. E. Hale. *Recent Results in Solar Prominence Photography*, pp. 70-78.

Febr. G. E. Hale. *Notes on Recent Solar Investigations*, p. 159.

April. G. E. Hale. *Spectroscopic Observations of the Great Sun-Spot Group of February 1892*, pp. 310-314, 1 planche.

May. G. E. Hale. *Solar Photography at the Kenwood Astro-Physical Observatory*, pp. 407-417, 2 planches.

Aug. G. E. Hale. *The Ultra-Violet Spectrum of the Solar Prominences*, p. 602.

G. E. Hale. *Photographs of Solar Phenomena obtained with the Spectroheliograph at the Kenwood Astro-Physical Observatory*, p. 603, 2 planches.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. *Annual Report of the Council*. t. LII. February 1892. *The Prominence Photography*, pp. 292-294.

Cosmos, 1892, 8 octobre. C. M. *L'Observatoire de Kenwood*, pp. 302-305. 3 figures.

(1) A. Secchi, S. J., *Le Soleil*, 2e édit. Paris, 1877, t. II, p. 1.

le R. P. Secchi, S. J., résumait en 1877 son appréciation de la découverte de M. Janssen et de M. Lockyer. Depuis lors, la marche rapide des progrès de la science sur le terrain de la physique solaire ne s'est pas ralentie ; et cependant, on peut dire sans hésiter que les applications faites jusqu'ici du merveilleux procédé d'investigation fourni par le spectroscope, ne sont que l'ébauche de celles qui se préparent, disons mieux, de celles qui, mûries par de sérieuses études préliminaires, se présentent au monde savant toutes pleines des plus riches promesses.

Il ne s'agit pas ici d'un simple développement naturel des principes contenus tout entiers dans les méthodes ordinaires de la spectroscopie, mais d'un procédé nouveau vainement cherché depuis vingt ans. Les essais qui viennent d'en être faits ont été marqués par des découvertes ouvrant à la science de nouveaux champs de recherches ; son moindre résultat serait de donner un nouvel essor à la physique solaire et de lui préparer, dans un amas de documents dont l'exactitude ne le cédera qu'à la facilité de les obtenir, un terrain ferme sur lequel elle puisse, avec assurance, asseoir ses théories.

En effet, grâce aux recherches persévérantes et à l'habileté de deux savants, M. G. Hale, en Amérique, et M. H. Deslandres, en France, les nombreuses difficultés qui entravaient l'application de la photographie à l'étude des protubérances et des autres manifestations de l'activité solaire sont vaincues ; des procédés simples et ingénieux ont été imaginés et, soumis à l'épreuve de l'expérience, ils ont fourni des résultats qui sont déjà des révélations.

Nous voudrions, dans ces quelques pages, après avoir rappelé les essais infructueux tentés dans cette direction, donner une idée des méthodes nouvelles et des faits déjà acquis. Les nombreux articles publiés par le savant américain dans diverses revues, mais surtout dans l'excellente publication *Astronomy and Astro-Physics* qu'il dirige en

collaboration avec M. Wm. W. Payne, seront notre principal guide. Nous utiliserons aussi plusieurs notes des *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris, signées les unes par le même savant, les autres par M. Deslandres (1).

Rappelons d'abord brièvement le mécanisme de l'observation des protubérances. L'instrument qui permet cette observation en dehors des éclipses, le spectroscope, se compose essentiellement d'un collimateur armé d'une fente à ouverture variable, — d'un système dispersif, prisme ou réseau (2), — et d'une lunette d'observation. Le spectroscope étant fixé sur l'équatorial, celui-ci est braqué sur le Soleil. On amène la plaque où est pratiquée la fente, aussi exactement que possible, dans le plan focal de l'objectif; une image nette du Soleil se forme sur cette plaque. Cette image envoie des rayons lumineux dans toutes les directions. Le système lenticulaire du collimateur rend parallèles ceux de ces rayons que la fente laisse passer, et les conduit sur le système dispersif du spectroscope. Sous l'action de ce système, la lumière est décomposée, il se forme un ou plusieurs spectres que l'astrophysicien peut étudier au moyen de la lunette d'observation.

Supposons la fente du collimateur entièrement couverte par l'image du Soleil. Dans le champ de la lunette, l'observateur verra la portion du Soleil qui est délimitée par

(1) Nous avons donné les titres de ces divers travaux dans la note précédente.

(2) Tout le monde a observé qu'un rayon de lumière blanche, tombant sur un prisme de verre, se décompose, s'ouvre en un éventail constitué de rayons colorés des nuances de l'arc en ciel; c'est ce qui constitue le phénomène de la *dispersion* de la lumière. Ici cette dispersion est obtenue par *réfraction*. L'image aux nuances variées qui est produite par cette réfraction s'appelle le *spectre* de la lumière blanche.

Ce même rayon de lumière traversant un *réseau*, c'est-à-dire une lame transparente sur laquelle sont tracées des raies parallèles très rapprochées les unes des autres, subit la même décomposition, la même dispersion. Seulement, au lieu d'un seul spectre, on en obtient toute une série. Tel est le phénomène de la dispersion par *diffraction*. — Les spectroscopes dont le système dispersif est un réseau s'appellent indifféremment spectroscopes à réseau ou spectroscopes de diffraction.

la fente, considérablement allongée dans le sens de la dispersion et brillant des plus vives couleurs. Qu'il mette, au contraire, la fente normalement au limbe solaire et moitié sur le disque, moitié en dehors, il trouvera dans le champ deux parties distinctes : l'une, brillante comme tout à l'heure, montrera encore le spectre éblouissant du disque solaire; l'autre sera le spectre, beaucoup plus faible, de l'atmosphère illuminée. Si, par hasard, au point du limbe occupé par la fente, se trouve une protubérance, de cette ligne de séparation des deux spectres qui n'est que l'image du bord solaire, l'observateur verra s'élever trois ou quatre raies lumineuses se détachant plus ou moins vivement sur le spectre de l'atmosphère qui leur sert de fond. S'il n'y a pas de protubérance, ces lignes existeront encore; car la couche gazeuse, appelée chromosphère, qui enveloppe complètement le Soleil, les fournit aussi bien que les protubérances; mais elles seront courtes et plus difficiles à reconnaitre. — En général, la netteté des images exigera une fente assez étroite.

Pour se rendre compte de ces apparences, il suffit de considérer que la lumière des protubérances ne renferme pas, comme celle du Soleil, une suite presque continue de couleurs simples, mais seulement quelques couleurs notablement séparées dans le spectre; elle est, non pas monochromatique, mais oligochromatique. Le système dispersif du spectroscope, prismes ou réseau, sépare ces radiations; chacune de celles-ci fournit une image de la portion découpée par la fente sur la protubérance. Plus la dispersion sera énergique, plus ces images, ces raies brillantes, seront distantes l'une de l'autre dans le champ de la lunette, sans que, pour cela, elles se soient beaucoup étalées et, par conséquent, sans qu'elles aient sensiblement perdu en éclat. Au contraire, la lumière du spectre atmosphérique, répandue d'une façon presque continue sur un espace qui s'est notablement accru, s'affaiblira en proportion. Le contraste entre la raie protubérantielle

et le fond sur lequel elle se projette sera renforcé, l'observation gagnera en commodité et en précision. Concluons que les spectroscopes à haut pouvoir dispersif sont avantageux dans l'étude visuelle des protubérances. Ils ne le sont pas moins, et pour les mêmes raisons, dans leur étude photographique.

Nous nous sommes donc rendu compte de la méthode à suivre pour obtenir un spectre de protubérance. Veut-on alors se faire une idée de la *forme* de l'appendice solaire sur lequel le spectroscope est dirigé, rien de plus simple. On concentrera toute son attention sur la raie la plus brillante et la plus nette offerte par la protubérance en question; puis on déplacera très lentement la lunette de façon à promener sur la fente la région du limbe occupée par le phénomène étudié. Pendant ce mouvement, la fente est conservée normale au limbe. Mais on peut aussi commencer par la disposer tangentiellement à ce limbe, puis l'en éloigner peu à peu en la conservant parallèle à elle-même. L'une et l'autre de ces deux opérations revient absolument à promener sur un dessin une feuille de papier dans laquelle on a pratiqué une fente rectangulaire étroite; chacune des positions de la fente nous découvre une tranche de l'image sur laquelle nous la promenons, et l'ensemble de ces tranches permet de reconstituer le dessin tout entier. — On rencontre des protubérances assez brillantes pour qu'elles restent observables à travers une fente large. Cette circonstance facilite singulièrement l'étude de la forme générale de ces flammes, surtout si leurs dimensions ne sont pas très considérables.

On pourrait encore modifier comme suit la seconde méthode que nous venons de proposer — et nous en rencontrerons une application dans les procédés photographiques — : la fente, supposée normale à l'équateur céleste, est placée un peu à l'Est de la protubérance à observer. Cela fait, on ralentit, comme il convient, le mouvement d'horlogerie qui conservait l'équatorial inva-

riablement braqué sur le Soleil. Grâce au mouvement diurne, la protubérance vient passer lentement sur la fente, et l'observateur peut assister à ce passage et le contempler à travers une quelconque des raies brillantes propres à cette sorte de phénomènes solaires. La fente conservant, pendant le mouvement de l'image, une position invariable par rapport au système dispersif, les raies aussi seront immobiles dans le champ de la lunette d'observation.

Venons-en maintenant à la photographie des protubérances.

Il y a, nous l'avons dit, plus de vingt ans que les premiers essais furent tentés dans cette direction; et, chose remarquable, de toutes les expériences faites avant les succès obtenus récemment, les anciennes avaient été aussi les plus encourageantes.

La première photographie d'une protubérance, obtenue en dehors d'une éclipse, fut faite, en 1870, par le professeur Young. La fente de son instrument étant ouverte assez large et disposée tangentiellement au limbe de l'image solaire, la plaque sensible fut exposée au rayonnement d'une protubérance dans la raie $H\gamma$ ou G' de l'hydrogène. Après le développement de l'image latente, le contour général de la protubérance apparut seul, faiblement dessiné. Le succès fut assez mince et cette voie fut abandonnée.

Les causes de cet insuccès sont multiples : c'est d'abord, dans le télescope, un léger défaut de réglage; puis, sans doute aussi, le caractère nébuleux de G', mais surtout la largeur de la fente. En effet, l'image de la protubérance, qui se montre à travers la raie G', se détache sur le fond du spectre continu de l'atmosphère terrestre éclairée par les rayons du Soleil. Ouvre-t-on la fente, l'éclat de ce fond croît très rapidement, beaucoup plus rapidement que celui de la protubérance, et le contraste

diminue. Ajoutez à cela l'illumination générale du champ due soit à la fluorescence des prismes et de l'objectif, soit à la lumière diffusée par le réseau. Autant de circonstances concourant très efficacement à effacer les détails de structure de l'objet à photographier.

En 1872, le R. P. Braun, S. J., proposa une nouvelle méthode. Elle avait l'inconvénient grave d'exiger un appareil spécial. MM. Lockyer et Seabroke, vers le même temps, n'eurent pas plus de bonheur que leurs devanciers. 1874 et 1880 virent les essais bientôt oubliés du Dr Lohse avec son spectroscope rotatif. Vinrent enfin M. Zenger (1879) et M. Janssen (1881). Aucun de ces physiciens ne réussit à faire adopter sa méthode, et peu à peu le silence se fit sur cette question ardue de la photographie des protubérances, qui, en dépit de tant d'habileté et de tant d'efforts réunis, semblait n'avoir pas fait un pas depuis les expériences sommaires du professeur Young.

M. Georges E. Hale la reprit en 1889. Il avait trouvé deux méthodes capables de conduire au résultat désiré (1). Deux mots d'abord sur le grand spectroscope à réseau qui lui servit dans ses recherches. Le collimateur et la lunette d'observation ont des dimensions identiques : ouverture 3 1/4 pouces (2), longueur focale 42 1/2 pouces. Ils forment entre eux un angle invariable de 25°. Comme système dispersif, M. Hale dispose d'un réseau de Rowland de 4 pouces de longueur et à 14438 lignes par pouce. La rotation de ce réseau mobile autour d'un axe amène dans le champ les spectres des différents ordres.

Parmi les raies protubérantielles connues avant les travaux de M. Hale, celle qui se prête le mieux à la photographie est cette même raie rouge C si avantageuse dans

(1) Astronomische Nachrichten, nº 3006.
(2) Le pouce anglais vaut 25,4 millimètres.

l'observation visuelle. Employons-la. Et pour que les régions du spectre atmosphérique qui l'avoisinent compromettent le moins possible la netteté de nos résultats, disposons, un peu en avant du plan focal de la lunette d'observation, un écran percé d'une fente ne laissant le passage libre qu'aux radiations d'une bande étroite comprenant la raie C. C'est ce dispositif que, par la suite, nous appellerons simplement la *seconde fente*. Pour photographier la tranche d'une protubérance rayonnant à travers la raie C, que faut-il encore? Rien de plus qu'une surface sensibilisée, placée exactement dans le plan focal de la lunette d'observation, et mise à l'abri de toute lumière étrangère par une chambre noire. Si maintenant, l'image solaire se mettant en mouvement, la protubérance traverse la fente du collimateur, chacune de ses sections viendra successivement impressionner la surface sensible. Il suffira donc pour obtenir, après développement, une image fidèle de l'appendice solaire étudié, que cette surface sensible soit elle aussi animée d'un mouvement normal à la direction de la seconde fente et d'une vitesse égale à celle de l'image solaire.

Tel est le principe de la première méthode de M. Hale; elle fut employée jusqu'au mois de juin 1891. Le point délicat était d'assurer une parfaite concordance entre le mouvement de l'image solaire et celui de la surface sensibilisée. M. Hale s'efforça d'y parvenir par la combinaison que voici :

Une pellicule flexible de celluloïde photographique était enroulée sur un cylindre renfermé dans une petite chambre noire, qui s'adaptait, comme nous l'avons dit, derrière la seconde fente. L'axe du cylindre était parallèle à la fente, et un mouvement de rotation uniforme lui était imprimé au moyen d'une petite clepsydre (1). Un bon nombre de belles photographies furent obtenues de cette façon à

(1) Sidereal Messenger. June 1891.

l'Observatoire de Kenwood-Chicago. Mais on découvrit tant de défauts à l'appareil, et le réglage parfait du mouvement du cylindre sur celui de l'image solaire se trouva si difficile à réaliser que M. Hale, abandonnant ce procédé, résolut de construire un mécanisme nouveau d'après le principe de la seconde méthode proposée par lui dès 1889.

Dans la première méthode, nous venons de le voir, l'image solaire et la pellicule sensible sont en mouvement, tandis que les fentes restent immobiles. La deuxième méthode renverse les rôles : l'image solaire et la plaque restent immobiles et les fentes sont mises en mouvement. La première fente, celle du collimateur, se meut à travers l'image solaire maintenue fixe par rapport à l'équatorial. Ce déplacement de la première fente relativement au système dispersif produit un mouvement d'ensemble du spectre dans le champ de la lunette d'observation ; il s'ensuit que la seconde fente doit marcher en sens contraire de la première pour laisser le seul rayonnement de la raie employée tomber toujours sur la plaque sensible. Des repères, déterminés une fois pour toutes, servent à mettre le collimateur et la lunette d'observation au point pour la raie K, et un artifice permet d'amener cette même raie K du spectre de 4e ordre sur la deuxième fente, alors même que la plaque sensible est déjà en place. Ici encore une clepsydre d'une construction appropriée produit le mouvement. Ce ne fut pas sans peine que M. Hale réussit à lui donner toute la perfection nécessaire. Nous n'entrerons pas cependant dans une description détaillée qui nous entraînerait trop loin. Qu'il suffise de dire que la valvule de réglage est manœuvrée au moyen d'une vis micrométrique, et que la tige du piston est raccordée aux équipages des fentes par deux systèmes de leviers calculés de façon à donner à ces fentes l'accord de marche requis. Tel est,

dans ses parties essentielles, l'instrument auquel M. Hale a donné le nom de *spectrohéliographe* (1).

Les principes de ces deux méthodes furent d'abord soumis à l'expérience à l'Observatoire de Harvard College. Des difficultés considérables vinrent entraver ces premiers essais. Le télescope à miroir argenté mis à la disposition de M. Hale avait une monture alt-azimutale qui ne permettait de l'employer qu'aux environs du méridien. En outre, sous l'action de la chaleur solaire, le miroir se déforma à tel point que l'observation des protubérances devint presque impossible. Comment, dans de telles conditions, espérer des résultats de quelque valeur ? M. Hale s'opiniâtra et réussit à reproduire par la photographie les contours généraux de quelques protubérances. Il se sentit encouragé à poursuivre son travail.

Il était devenu évident que l'emploi du grand spectroscope à diffraction, décrit plus haut, exigeait un équatorial de taille assez considérable. Il fut décidé que l'équipement de l'Observatoire de Kenwood-Chicago, dont M. Hale est le directeur, serait complété par l'acquisition d'une lunette de 12 pouces. Les travaux commencèrent sans retard et, depuis plus d'une année, le télescope et le spectroscope sont installés. Réunis invariablement l'un à l'autre, ils ne font, pour ainsi dire, qu'un seul instrument qui ne laisse rien à désirer au point de vue de la stabilité et de la commodité.

Il est temps que nous arrivions à l'exposé des résultats obtenus.

La première question à résoudre était celle du choix de

(1) Astronomy and Astro-Physics. May 1892, *loc. cit.*— On y trouvera deux magnifiques planches représentant le spectrohéliographe. — " Spectrohéliographe „ revient à " instrument qui *inscrit* les phénomènes *solaires* par l'intermédiaire du *spectre*, „ ou bien, plus rigoureusement, à " enregistreur du spectre solaire. „

la raie à employer pour la photographie. C donne des images nettes et brillantes ; mais elle est rouge, et cette couleur est des plus lentes à impressionner les plaques photographiques. On préféra essayer d'abord la raie bleue Hγ, mais avec une fente étroite. Cela suffirait, espérait-on, à écarter les inconvénients rencontrés par le professeur Young dans l'emploi de cette raie. Il n'en fut rien. On n'obtint qu'une image à contours grossiers et faibles par défaut de contraste avec le fond. Coûte que coûte, il fallait donc s'adresser à C. D'ailleurs la faiblesse actinique de cette raie pouvait se corriger au moyen des sensibilisateurs. On essaya la cyanine, l'alizarine bleue, la chlorophylle, d'autres encore, sans obtenir de résultats tout à fait satisfaisants. Mais une solution bien plus avantageuse se préparait.

Dès ses premières recherches photographiques sur les *spectres protubérantiels*, M. Hale avait été fort surpris de trouver sur ses plaques, avec les raies citées alors comme caractéristiques des nuages solaires, deux lignes étroites, claires, bien définies, jaillissant à l'extrémité violette du spectre, au centre des bandes sombres H et K (1). Il y avait là, au point de vue de la photographie des protubérances, un ensemble de conditions voisin de l'idéal, mais que les difficultés d'observation directe ne permirent pas d'apprécier d'abord à sa juste valeur. Les insuccès éprouvés avec les raies Hγ et C décidèrent enfin M. Hale à essayer ces raies nouvelles. Leur inappréciable supériorité ne tarda pas à s'affirmer. Grâce aux bandes sombres au milieu desquelles ces lignes se trouvent, les deux fentes purent être ouvertes beaucoup plus que dans toute autre région du

(1) En 1872, établi au mont Sherman (2800 mètres) dans une station très favorable, M. Young, dont les yeux sont exceptionnellement sensibles aux ondes lumineuses courtes, avait déjà réussi à voir de semblables renversements de H et de K. Mais, dans les conditions ordinaires, ils ne sont pas observables.

spectre, sans qu'on eût à craindre de voiler les plaques ou de sacrifier le contraste. La première photographie de protubérance prise dans ces conditions dépassa en netteté tout ce que l'on avait obtenu jusqu'alors.

Mais ce qui donne à la découverte et à l'emploi de ces raies une importance extraordinaire, ce qui décuple la portée de l'étude des protubérances, c'est que, par elles, nous atteignons ces mystérieuses *protubérances blanches* dont la lumière ultra-violette, défiant toute observation visuelle, ne nous avait été révélée jusqu'ici que par les photographies obtenues à ces rares et précieux instants des éclipses totales du Soleil. L'éclipse du 29 août 1886 révéla au monde savant ces nouvelles flammes du brasier solaire. Le professeur Pickering, qui observait à Granada, trouva sur ses plaques une proéminence en spirale d'une hauteur de 150 000 milles (1), et dont le spectre, continu et complet dans la partie visible, offrait en outre une raie au milieu de chacune des deux bandes H et K et une trace de raie à mi-chemin entre K et L. Il n'est pas difficile de voir qu'une flamme ainsi constituée échappe aux investigations spectroscopiques. Et, en effet, cette protubérance ne se retrouva pas sur les dessins exécutés au spectroscope par M. Tacchini avant et après la totalité. « Il est donc hautement probable, concluait M. Pickering, qu'un grand nombre de protubérances passent absolument inaperçues, parce que nous n'avons que des méthodes visuelles d'observation, et pas de méthodes photographiques. » L'éclipse du 1er janvier 1889 apporta de nouveaux arguments à l'appui de cette façon de voir, et sa parfaite exactitude vient d'être établie par les travaux de M. Hale et de M. Deslandres, qui sont venus si heureusement combler la grande lacune signalée par l'habile directeur de Harvard College Observatory (2).

(1) Le mille anglais vaut 1609 mètres : 150 000 milles font donc 241 350 kilomètres, c'est-à-dire à peu près 20 fois le diamètre terrestre.

(2) Americ. Journal of Science et Sidereal Messenger, *loc. cit.*

Avant d'aller plus loin, il est intéressant de rechercher quelle pourrait être *la nature des nouvelles raies protubérantielles*. Leur importance dans la physique solaire est considérable, car on les a trouvées non seulement dans toutes les protubérances étudiées photographiquement, mais encore dans la chromosphère, sur les taches, bien plus, nous le verrons tout à l'heure, sur des régions immenses de la surface du Soleil. Or des mesures précises ont montré que ces raies coïncident avec les raies H et K du calcium, qui donnent leur nom aux bandes mentionnées plus haut, et, par conséquent, pensait-on, avec deux raies de l'hydrogène. A laquelle de ces deux substances ou, plus correctement, à quelle substance les nouvelles lignes doivent-elles leur présence constante dans l'enveloppe gazeuse du Soleil et dans les produits de ses gigantesques perturbations? Telle était la question qui se posait.

Un point est absolument certain aujourd'hui : *les raies protubérantielles et chromosphériques H et K ne sont pas des raies hydrogéniques*. Personne, parmi les savants qui se sont occupés de cet objet, MM. Hale, Deslandres et Young, ne conserve le moindre doute à cet égard. Voici leurs arguments ; ils sont sans réplique. Les photographies de certaines protubérances indiquent H et K à un niveau que l'hydrogène observé à travers la raie C semblait ne pas atteindre. De plus, on a trouvé H et K très fortes sur des régions solaires où les autres raies de l'hydrogène étaient très réduites ou même n'apparaissaient pas. Enfin et surtout, les mesures des raies de l'hydrogène ont été reprises et ont montré que c'est une raie associée à H qui appartient à cet élément et non pas la raie H elle-même (1).

Faut-il attribuer les nouvelles raies protubérantielles au calcium ? L'accord n'est point fait sur cette question. M. Hale et M. Deslandres y répondent affirmativement.

(1) Monthly Notices, *loc. cit.*, etc.

M. Young repousse cette solution ; il ne peut admettre que H et K des protubérances appartiennent au calcium, à moins que ce métal n'y existe dans des conditions absolument différentes de celles de nos expériences (1).

Sans doute il semble étrange que les vapeurs du calcium s'élèvent plus haut que l'hydrogène : cela renverse les idées reçues sur la composition de l'atmosphère solaire. Pourtant cette conséquence étonne moins quand on se rappelle le remarquable éclat des protubérances qui, lors de l'éclipse de 1882, a témoigné de l'importance du rôle que le calcium joue dans ces phénomènes. Ajoutons que les mêmes raies H et K sont très longues dans les photographies du spectre de la couronne faites pendant les éclipses de 1882, 1883, 1886, par MM. Abney et Schuster. D'après ce dernier savant, ces raies appartiennent au calcium, que les protubérances entraînent dans ces régions éloignées et qui ne redescend que très lentement au niveau de la photosphère (2). M. Hale s'empare de cette idée et y cherche un indice en faveur de l'origine commune des bandes et des raies H et K. L'absorption, qui produit les premières, serait le fait des vapeurs calciques très élevées et, très froides, relativement, tandis que, plus rapprochées de la surface solaire, ces mêmes vapeurs calciques donneraient naissance aux lignes étroites qui brillent au centre des bandes (3).

Poursuivons le relevé des résultats fournis par l'application de la photographie à l'étude des spectres protubérantiels.

Depuis longtemps déjà la photographie est appliquée à l'étude des spectres stellaires, et l'un de ses résultats les plus étonnants a été de permettre au Dr Huggins de

(1) Astronomy and Astro-Physics. January 1892. C. A. Young., *Note on the Chromosphere Spectrum*, p. 60.

(2) Philosophical Transactions, 1889, t. CLXXX, p. 328.

(3) Astronomy and Astro-Physics. January 1892.—Comptes rendus, t. CXIII, *loc. cit.*

compléter le spectre de l'hydrogène. Les recherches de laboratoire ne nous avaient fait connaître que quatre de ses radiations ; l'observation des étoiles blanches du type de Sirius vint nous en révéler dix autres situées dans l'ultra-violet. Les travaux de laboratoire furent repris, et MM. Lockyer, Vogel et Cornu retrouvèrent dans l'hydrogène incandescent successivement une, quatre et neuf de ces radiations nouvelles. Peu après la découverte de M. Huggins, M. Balmer indiqua une fonction simple des nombres entiers successifs qui représente mathématiquement cette série de quatorze radiations hydrogéniques, assimilable à une série d'harmoniques sonores.

La série des harmoniques de l'hydrogène qui, à l'état de raies noires, caractérise les étoiles blanches, est difficile à obtenir même incomplète dans le laboratoire. Or on l'a retrouvée dans les protubérances solaires, brillante, incomplète d'abord, complète ensuite, et même enrichie de raies nouvelles.

La première découverte de ce genre fut faite à Kenwood, le 23 juin 1891. — La plaque portait quatre lignes nouvelles dans l'ultra-violet ; bientôt ce nombre s'éleva à six. De ces six raies, cinq rentrent, sans conteste, dans la série de Huggins. La sixième forme un doublet très serré avec une de ces lignes hydrogéniques (α), mais son origine n'est pas encore connue. La raie α de la série stellaire ne présentant aucune apparence de dédoublement, il semble probable que la raie protubérantielle, sa voisine, n'est pas due à l'hydrogène (1).

Le 4 mai dernier, M. Deslandres photographia le spectre d'une protubérance extraordinairement intense. La plaque présente, outre un grand nombre de raies métalliques, les dix radiations ultra-violettes de l'hydrogène de M. A. Huggins, et cinq radiations nouvelles en plus, qui suivent si régulièrement les précédentes, que l'on est conduit à les rapporter aussi à l'hydrogène. L'accord entre

(1) Monthly Notices, *loc. cit.*

les nombres de vibrations mesurés par M. Deslandres et les nombres calculés par la formule de M. Balmer est extrêmement frappant. Les cinq radiations nouvelles appartiennent bien à l'hydrogène, et nos connaissances théoriques sur cet élément, que l'étude des étoiles a permis d'agrandir, sont ainsi complétées par l'étude du Soleil, qui est, il est vrai, la source de lumière la plus intense dont nous disposions. Il ressort, en outre, de tout ceci que le Soleil, qui est une étoile jaune, offre dans certaines parties de son atmosphère le rayonnement caractéristique des étoiles blanches. Résultat important, car il appuie nos idées actuelles sur l'évolution des astres (1).

Les découvertes dans la région ultra-violette du spectre solaire paraissent devoir se multiplier à l'infini. En effet, quelques jours après le beau succès de M. Deslandres, M. Hale obtenait une photographie du spectre solaire montrant dix-neuf lignes dans la partie invisible, et cela avec un objectif qui n'est pas construit en vue de la photographie et ne peut, par conséquent, donner les raies les plus réfrangibles. Que ne faut-il pas attendre du nouvel objectif photographique (12 pouces d'ouverture) qui vient d'être livré par l'habile opticien Brashear à l'Observatoire de Kenwood (2)?

Plusieurs des raies nouvelles que nous venons de signaler se montrent aussi, non moins que H et K, dans les photographies du *spectre de la chromosphère* exécutées à Chicago et à Paris; mais, chose curieuse, presque toutes les plaques de M. Hale donnent la ligne compagne de α de l'hydrogène; celle-ci ne se présente pas souvent sur celles de M. Deslandres, et le professeur Young n'a pas réussi à la découvrir avant le 20 octobre 1891 (3).

(1) Comptes rendus, t. CXIV, 25 juillet 1892.

(2) Ibid., t. CXIV, 13 juin 1892.—Astronomy and Astro-Physics, August 1892.

(3) Monthly Notices, *loc. cit.*—Astronomy and Astro-Physics, January 1892. Dans un nouvel article: *The New Spectroscope of the Halsted Observatory* (même Revue, avril 1892, p. 296) daté de novembre 1891, M. Young dit,

Nous n'ajouterons rien à ce que nous avons dit plus haut de la photographie de la *forme des protubérances* isolées. Pour obtenir, par cette méthode, la reproduction de *toutes* les flammes qui entourent le disque solaire, il eût fallu, surtout aux époques de grande activité, prendre un grand nombre de photographies. Aussi M. Hale proposait-il, dans l'*American Journal of Science* (August 1891), l'emploi d'une fente annulaire qui permettrait d'obtenir, en une seule pose, toutes les protubérances peu élevées et au moins les bases des autres. On continuerait le « tour de Soleil » en photographiant les protubérances considérables au moyen d'une fente dirigée suivant leur plus grande dimension. Toutefois le savant américain annonçait en même temps qu'il avait imaginé un autre dispositif plus parfait et beaucoup plus expéditif. Nous le rencontrerons tout à l'heure.

M. Deslandres, directeur du service spectroscopique à l'Observatoire de Paris, proposait, de son côté, le 17 août 1891 (1), la méthode suivante pour obtenir, en une fois, tout le pourtour du Soleil et, en même temps, pour enregistrer photographiquement les vitesses de déplacement des vapeurs incandescentes de l'atmosphère solaire.

Un spectroscope quelconque tourne tout d'une pièce autour d'un axe passant par le centre de l'image solaire et prolongeant l'axe optique de l'objectif. Le milieu de la fente est sur le bord solaire dont il rencontre successivement tous les points par la rotation de l'appareil. Devant la plaque photographique, on place une fente fixe qui correspond à la raie K. De plus, la plaque est mobile, de manière que, à un déplacement du milieu de la fente, corresponde un déplacement égal de la plaque. Ce résultat est

sans restriction, que de nouvelles plaques confirment *entièrement* les résultats obtenus par M. Hale et par M. Deslandres. Son nouveau spectroscope lui aurait donc permis, ce semble, de dédoubler α.

(1) Comptes rendus.

assuré par de simples engrenages. Si donc le spectroscope tourne d'une manière continue avec une vitesse convenable, on obtient, sur la plaque, une bande de longueur égale à la circonférence du Soleil, qui donne toutes les protubérances avec leur forme exacte. Mais la vitesse des protubérances n'est pas fournie par ce procédé. Aussi convient-il de donner à l'appareil une série de rotations rapides, séparées par des poses de deux secondes, de manière à avoir sur la plaque, par exemple, deux cents sections équidistantes de la chromosphère sur tout le pourtour solaire. Chaque section demandant environ trois secondes, on peut avoir l'ensemble en dix minutes. Si, d'ailleurs, on remplace la plaque par un papier sensible enroulé sur des cylindres, et si le mouvement du spectroscope est rendu automatique, on obtient un appareil simple qui enregistre d'une manière continue la forme et la vitesse des masses incandescentes à la surface du Soleil.

M. Hale nous avait promis une méthode perfectionnée qui donnerait toutes les protubérances. Il la décrit dans le numéro de mai 1892 de sa revue *Astronomy and Astro-Physics*. La voici : Le centre de l'image solaire formée par l'équatorial est mis en coïncidence avec l'axe du collimateur. Tout le spectrohéliographe est alors tourné jusqu'à ce que la fente soit parallèle à l'axe du Soleil. Il s'ensuit que les ombres longitudinales, produites par les inévitables poussières qui se déposent sur la fente, donneront, sur la photographie, la direction de l'équateur. La lumière directe du disque solaire est arrêtée par un diaphragme circulaire qui couvre l'image jusqu'à la base de la chromosphère. On règle la valvule de la clepsydre; le cliché est mis en position, la plaque découverte ; on ouvre alors les robinets de la clepsydre et les fentes se mettent en mouvement. En développant l'image latente par les procédés ordinaires, on trouve toutes les protubérances du pourtour solaire avec leurs formes exactes et dans leurs positions respectives. Avec un peu d'habitude, la

préparation du spectrohéliographe et la pose sont terminées en moins de deux minutes ; la première plaque obtenue, on peut prendre autant de photographies que l'on veut, à des intervalles d'environ une minute ;— telle était du moins la rapidité de manipulation obtenue en avril passé. On a fait mieux depuis lors. (Voir plus loin, p. 505.)

Quel progrès réalisé sur les méthodes visuelles! Secchi, observateur habile et exercé s'il en fut, portait à une heure environ le temps requis pour un tour de Soleil (1).

Mais la méthode de Hale ne s'applique pas seulement aux protubérances. Rien pour ainsi dire sur le disque solaire ne semble pouvoir lui échapper. Voyons, en effet, comment l'habile spectroscopiste américain fut amené à s'occuper des *facules*.

M. Young, dès 1872, avait constaté le renversement de H et K en plein disque solaire *dans la pénombre et dans le voisinage immédiat de toute tache importante* (2). M. Hale retrouva la même chose en avril 1891. Mais, absorbé qu'il était par l'étude des protubérances, il ne revint à celle du disque qu'en décembre. Plusieurs photographies du spectre d'une tache lui montrèrent les raies si nettes qu'il voulut en faire une étude très attentive. Les lignes brillantes H et K étaient plus marquées sur la pénombre que sur l'ombre et, en outre, elles s'étendaient si loin qu'on en vint à se demander si ces renversements ne se montraient pas sur des régions même assez éloignées de la tache. L'attente ne fut pas trompée. Six photographies spectrales furent prises en conservant la fente toujours parallèle à elle-même, mais en l'écartant chaque fois de 3′ de la position qu'elle avait occupée dans la position précédente. Sur chacune de ces photographies, K était renversée. Il n'est pas douteux que H ne le fût aussi partout, mais, dans quelques cas, elle était trop

(1) A. Secchi, S. J. *Le Soleil*, t. II, p. 131.
(2) American Journal of Science, Nov. 1872.

faible pour que la constatation du renversement fût certaine. Détail intéressant : K renversée était *dédoublée;* une ligne sombre la divisait en deux ainsi qu'on le voit souvent dans l'arc électrique (1).

(1) Astronomy and Astro-Physics, May 1892. M. Deslandres a été le premier à signaler ce double renversement. Récemment, ce curieux phénomène lui a fourni des rapprochements très instructifs entre le Soleil et l'étoile temporaire du Cocher. (Voir cette Revue, avril 1892, p.670.) Cette question sort un peu du cadre que nous nous sommes tracé ; mais elle est si intéressante, elle montre si clairement l'extrême fécondité des nouvelles méthodes, que nous ne pouvions la passer entièrement sous silence. Laissons la parole à M. Deslandres lui-même :

" Mais cette protubérance exceptionnelle (celle qui lui a révélé cinq nouvelles radiations de l'hydrogène : voir plus haut, p. 496) offre encore un autre intérêt par les rapprochements qu'elle permet avec l'étoile temporaire du Cocher. En effet, le spectre de cette étoile, dans la région de l'épreuve, est identique par la composition avec celui de la protubérance; et ce résultat appuie fortement l'explication donnée par le Dr Huggins, qui attribue l'éclat passager de l'étoile à des protubérances énormes produites par l'approche de deux corps voisins. (Voir Ciel et Terre, juin 1892, p. 160.)

„ Le spectre de l'étoile est formé de raies groupées par deux, une raie brillante étant accolée à une raie noire, les deux raies brillante et noire offrant des renversements avec un déplacement continuel des raies renversées. Or les raies brillantes du calcium à la base de la protubérance offrent aussi un renversement. D'autre part, lorsque les protubérances, au lieu d'être au bord, se projettent sur le disque du Soleil, en se confondant avec les facules, les raies noires du calcium offrent toujours un renversement double très net, semblable à celui de la nouvelle étoile.

„ Mais la similitude est plus frappante encore lorsqu'on examine, non plus un point du Soleil, mais l'ensemble du Soleil, ainsi que pour les étoiles, en recevant dans l'appareil la lumière de tous les points à la fois; le renversement double des raies se présente encore, mais moins intense, si le Soleil est riche en facules; il est proportionnel à leur éclat et à leur étendue. (Ce double renversement peut être masqué par les protubérances du bord, lorsqu'elles sont intenses. Il peut être obtenu, lorsque le Soleil est invisible, avec la lumière des nuées.) De plus, lorsque, par la rotation solaire, les facules, supposées groupées dans une même région, se rapprochent ou s'éloignent, les raies de renversement sont déplacées par rapport à l'ensemble du spectre. Ainsi, et cette propriété valait la peine d'être signalée, le Soleil offre parfois un des phénomènes de la nouvelle étoile qui a paru le plus singulier.

„ Ces raies brillantes de renversement représentent l'ensemble des masses gazeuses incandescentes élevées de l'atmosphère, et leurs déplacements par rapport aux autres raies sont liés à la rotation de l'astre. Or, on les trouve dans le Soleil : donc il est naturel de les rechercher dans les étoiles; et certes, avec les grands télescopes actuels, les étoiles les plus brillantes peuvent être analysées presque aussi bien que le Soleil. L'étude de ces renversements fournira des données précieuses sur la nature et la rotation de l'atmosphère des étoiles, et permettra d'aborder des questions qui, jusqu'alors, ont paru inaccessibles. „ Comptes rendus, 25 juillet 1892, t. CXV, p. 224.

Il était donc reconnu que certaines régions de la surface solaire se distinguent par le renversement de K; il s'ensuit évidemment que le spectrohéliographe est capable d'en relever la forme à l'égal de celle des protubérances. Les plaques d'essai montrèrent le disque solaire parsemé de taches brillantes de contours identiques à ceux des facules susceptibles d'observation directe. Désormais donc, au lieu d'être réduits à assister, avec des regrets impuissants, à la disparition des facules dans les éblouissantes clartés du disque, peu de jours après leur passage sur le limbe, nous pourrons les étudier d'une façon continue quelque part qu'elles se trouvent sur l'hémisphère visible; car la méthode de Hale n'est pas plus malaisée à appliquer aux régions centrales qu'aux régions marginales.

Une des questions les plus intéressantes de la physique solaire est, sans contredit, celle des *relations* qui existent *entre les taches, les protubérances et les facules*. Les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris furent, il y a quelques années, le théâtre d'une longue discussion sur ce sujet entre M. Faye, le R. P. Secchi et M. Tacchini. D'après l'illustre savant français, protubérances et facules proviennent des taches et des pores; tandis que, dans la théorie de ses adversaires, les protubérances et les facules doivent expliquer les taches. Des deux côtés, toutefois, on reconnaissait que, souvent, des facules, comme d'une source, jaillissent des protubérances. Ce dernier point est entièrement confirmé par les premiers résultats de la spectroscopie photographique. Plus d'une fois, en effet, on a vu sur les plaques des facules surélevées un peu au-dessus de la limite de la photosphère. En outre, il a été constaté que les raies des facules sont les mêmes que celles des protubérances ; et enfin, — comme pour témoigner qu'il n'y a point là deux genres de phénomènes parfaitement distincts, mais que le passage de la facule

à la protubérance se fait d'une façon continue, — alors que, d'ordinaire, la protubérance exige une pose plus longue que la facule, parfois des protubérances se sont peintes sur des plaques où la pose très réduite permettait de n'attendre que des facules. Les points de contact sont donc nombreux, et l'on pourrait bien ne pas être éloigné de la vérité en disant avec M. Hale que, *en général, la facule est une petite protubérance qui, outre les lignes brillantes, possède un spectre continu* (1).

A leur passage sur le limbe, ces deux classes de phénomènes se distinguent aisément; mais s'avancent-ils sur le disque, leurs caractères propres s'affaiblissent nécessairement et même disparaissent. M. Hale présente à ce propos quelques réflexions qui sont à noter. Quand le spectroscope révèle auprès des taches des régions brillantes observables à travers la raie C, on suppose, tout à fait arbitrairement, que ce sont des protubérances. Pourquoi ne seraient-ce pas des facules? On ne le dit pas. Or c'est précisément cette seconde hypothèse qui est la plus probable. Car quel criterium assigner pour distinguer les facules des protubérances? Ce ne sera certes pas le renversement de H et de K: il est commun aux deux espèces de phénomènes. Il faut donc, semble-t-il, recourir à la stabilité des formes plus grande dans les facules que dans les protubérances. Mais, dans ce cas, vu que jusqu'ici les spectres des régions centrales n'ont jamais manifesté, dans les masses lumineuses qui les émettaient, la moindre apparence de mouvement dans la direction du rayon visuel, il faudrait conclure que ces masses sont plutôt des facules que des protubérances. Celles-ci, sans doute, sont d'ordinaire d'une température trop peu élevée pour pouvoir se détacher sur le fond brillant de la fournaise solaire. — Il est à peine nécessaire de faire remarquer que, si une *protubérance suffisamment brillante* apparaissait en un

(1) Astronomy and Astro-Physics, May 1892.

point quelconque de l'hémisphère visible, le spectrohéliographe en relèverait exactement la forme, et qu'il enregistre fidèlement les contours des régions observables dans la raie C que nous avons signalées à l'instant (1).

La *forme des facules* présente une particularité curieuse. Sur 49 plaques utilisables, on a remarqué 245 facules en forme d'arc de courbe plus ou moins simple. La spirale n'est pas rare, mais, dans la grande majorité des cas, l'apparence générale est celle d'un 3 dont l'ouverture est plus souvent vers l'Est que vers l'Ouest. 98 de ces arcs de courbe se terminent par une tête circulaire brillante.

Au sujet de l'*étendue occupée par les facules*, la photographie nous apporte une révélation. Jusqu'ici on se représentait ces accidents comme couvrant une surface d'une grandeur comparable à celle des taches. La réalité est tout autre. Au point de vue de la taille et de l'aire totale occupée, les taches ne sont rien à côté des facules. Ces dernières sont d'ailleurs uniformément réparties sur tout le disque solaire.

Le point intéressant de la méthode de M. Hale, c'est qu'elle est capable de nous fournir *sur une même plaque et dans un temps extrêmement court une image absolument complète de tous les accidents de l'hémisphère solaire visible :* protubérances visibles et invisibles du limbe, protubérances brillantes projetées sur le disque, taches, et facules marginales et centrales. Une seule pose ne peut évidemment suffire, car les facules sont notablement plus actiniques que les protubérances, ainsi que nous l'avons déjà dit ; mais les deux poses requises se confondent en une seule opération des plus simples qu'il convient d'esquisser en deux mots. Le diaphragme étant placé, comme d'habitude, sous l'image solaire au foyer de l'équatorial, les fentes traversent le champ à la vitesse convenable

(1) Ce cas semble s'être présenté le 15 juillet passé. ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS, August 1892. G. E. Hale. *A Remarkable Solar Disturbance*, p. 611.

pour l'impression des protubérances. C'est la première pose. On enlève le diaphragme, et les fentes reviennent sur leurs pas avec un mouvement beaucoup plus rapide; c'est la pose des facules et des taches. Toute l'opération est achevée en moins d'une minute (1).

Désormais les lacunes seront rares dans les relevés journaliers des protubérances. La moindre éclaircie suffira pour que Chicago et Paris en puissent prendre la photographie. De plus, l'histoire des orages subits et éphémères, si fréquents dans l'atmosphère solaire, va s'enrichir de documents complets et d'une exactitude absolue. Nous avons vu plus haut la méthode employée par M. Deslandres dans ces occasions. Quant à M. Hale, aux premiers indices d'une perturbation extraordinaire, il abandonne à son assistant l'observation oculaire à l'équatorial de 4 pouces avec un petit spectroscope à réseau et ne s'occupe que de prendre cliché sur cliché, de façon à enregistrer toutes les phases du phénomène (1).

Terminons par la liste des travaux photographiques exécutés journellement à l'Observatoire de Kenwood :

1. Photographies du Soleil au moyen d'un objectif photographique (agrandissement direct); pour l'étude des taches et de la granulation. Diamètre de l'image : de 10 à 16 pouces.

2. Photographies du Soleil au moyen du spectrohéliographe ; pour l'étude des facules et des protubérances brillantes projetées sur le disque. Diamètre de l'image : 2 pouces. Ces plaques montrent aussi les taches.

3. Photographies du Soleil au moyen du spectrohéliographe ; pour l'étude de la chromosphère et des protubérances du limbe. Diamètre de l'image : 2 pouces.

4. Photographies des spectres des taches et des facules

(1) Astronomy and Astro-Physics, August 1892.—La note est accompagnée de deux planches. Les photographies obtenues y sont reproduites par la photogravure. Malheureusement il a été impossible de conserver la netteté et la finesse des détails des négatifs originaux.

au moyen du réseau à 14 438 lignes ; pour l'étude de la torsion, du renversement et de l'élargissement des raies.

5. Photographies des spectres de la chromosphère et des protubérances avec le même réseau ; pour l'étude du renversement et de la torsion des raies (1).

Certes, c'est à bon droit que M. Hale et M. Deslandres espèrent pénétrer bien plus avant qu'on n'a pu le faire jusqu'à ce jour dans les mystères de l'activité solaire. La transformation qui, grâce à leurs travaux, s'opère dans cette branche de l'Astrophysique est comparable à celle qu'a subie la Météorologie du jour où les observations isolées ont fait place à l'enregistrement continu de toutes les modifications atmosphériques. Avec des documents aussi complets, aussi exacts que ceux que nous venons de décrire, et que l'ardeur des savants va accumuler à l'envi, il n'est pas douteux que la période d'activité maximum dans laquelle nous sommes entrés ne se terminera pas sans que nos connaissances sur l'astre central de notre système et sur son influence sur notre monde sublunaire (2) n'aient fait des progrès énormes, aussi considérables peut-être que ceux qui ont été réalisés depuis la naissance de la spectroscopie.

J. D. Lucas, S. J.

(1) Astronomy and Astro-Physics, May 1892.

(2) On pourra, notamment, mieux définir les relations de l'activité solaire et du magnétisme du globe. Voir cette Revue, avril 1892, pp. 675 et suiv. — Il serait très intéressant, par exemple, de savoir si la forte éruption solaire observée à Kenwood Observatory le 15 juillet passé a été accompagnée ou suivie de près par une perturbation magnétique terrestre.

L'ŒUVRE GÉOGRAPHIQUE

DE MERCATOR (1)

L'attention du public savant vient d'être attirée de nouveau sur l'œuvre de Gérard Mercator. Ses cartes d'Europe et des Iles Britanniques et un exemplaire de sa grande mappemonde ont été découverts en 1889, à la Bibliothèque municipale de Breslau. M. le Dr Alphonse Heyer les a exhumés d'un carton dont les pièces n'avaient pas encore été inventoriées.

Ces trésors classiques de la cartographie du XVIe siècle ne pouvaient pas rester enfouis : il fallait qu'une bonne reproduction en assurât la conservation et en facilitât l'étude.

(1) Auteurs consultés : Les diverses œuvres de Mercator ; — *Vita Gerardi Mercatoris a* Gualtero Ghymmio *conscripta ;* — Dr J. Van Raemdonck : *a) Gérard Mercator, sa vie et ses œuvres.* Saint-Nicolas, 1869, in-8° ; — *b)* Publications nombreuses parues dans les *Annales du Cercle archéologique du Pays de Waas*, de 1868 à 1891, et dans le *Messager des sciences historiques*, Gand, 1880 ; — J. Lelewel, *Géographie du moyen âge.* Bruxelles, 1852, 4 t., et un volume épilogue, in-8° avec cartes et un atlas ; — Breusing. *Notice sur Gerhard Mercator (Kremer).* — Allgemeine Deutsche Biographie, 21 Band. Leipzig, von Duncker, 1885, pp. 385-397 ; — M. Fiorini : *a) Gerardo Mercatore e le sue carte geografiche ; — b) I globi di Gerardo Mercatore in Italia.* Bollettino della Societa geografica italiana (Roma), 1890, pp. 94-110 ; — 182-196 ; — 243-256 ; — 340-380 ; — 550-556 ; — Reproduction partielle sous le titre : *Un Opuscolo di Gerardo Mercatore conservato in Venezia, dal Prof. Cav. Ferdinando Jacoli.* Annuario astro-meteorologico con effemeridi nau-

Ainsi le comprirent la Société de géographie de Berlin et le Cercle archéologique du Pays de Waas (Saint-Nicolas, Belgique). Celui-ci avait fait des démarches couronnées de succès auprès du gouvernement belge pour obtenir, aux frais de l'État, la reproduction phototypique en grandeur naturelle de ces documents. Mais la Société berlinoise se décida à faire exécuter elle-même ce travail.

A la suite d'arrangements pris avec le conseil municipal de Breslau et la direction de l'imprimerie impériale, les cartes furent expédiées dans la capitale allemande. Les ravages causés par le temps et par des mains maladroites firent craindre un instant pour le succès final de l'entreprise. L'habileté et les efforts de M. le professeur Roese, directeur de la section chalcographique de l'imprimerie impériale, triomphèrent de toutes les difficultés.

La Société de géographie de Berlin a fait les choses

TICHE PER L'ANNO 1891. Venezia, 1890, in-8°. pp. 104-109 ; — G. BUONANNO, *I due rarissimi globi di Mercatore nella biblioteca governativa di Cremona.* Cremona, 1890 ; — Alfons Heyer (Breslau), *Drei Mercator-Karten in der Breslauer Stadt-Bibliothek.* ZEITSCHRIFT FÜR WISSENSCHAFTLICHE GEOGRAPHIE... Weimar, 1890, pp. 379-389; — 474-487, et 2 croquis ; — 507-528; — *Drei Karten von Gerhard Mercator. — Europa—Britische Inseln—Weltkarte.* — Facsimile — Lichdruck nach den Originalen der Stadtbibliotek zu Breslau, hergestellt von der Reichsdruckerei. — Herausgegeben von der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. — 41 Tafeln.— London, E. C. Sampson Low and C° ; — Berlin, W. s. W., H. Kühl ; — Paris, H. Le Soudier, 1891, in-f°. Il est regrettable que le prix élevé (68 marcs) de cette belle publication, tirée à 220 exemplaires, la rende si peu abordable.

Nous sommes heureux de présenter l'expression de notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidé dans l'élaboration de ce travail, soit par l'hommage de leurs publications ou d'une œuvre reproduite de Mercator, soit par les conseils ou les nombreux renseignements qu'ils nous ont fait l'honneur de nous prodiguer : l'administration communale d'Anvers, la Société de géographie américaine de New-York, la Société impériale des amateurs d'anciens textes russes à Saint-Pétersbourg, les administrations du British Museum, de la Bibliothèque royale à Bruxelles, et de la Bibliothèque de l'université de Gand, MM. Buonanno, capitaine Dejardin, Fiorini, Hessels, Heyer, Ferdinando Jacoli, G. Marcel, Max Rooses, Petit, Van Naemen, Van Raemdonck, lieutenant général Wauwermans, etc.

Comme nous avons en préparation une bio-bibliographie *détaillée* de Gérard Mercator, de Corneille Wytfliet et de Chrétien Sgrooten, géographe du roi d'Espagne Philippe II, de Jacques De Deventer et les van Langren, nous osons faire appel à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la géographie et au passé de ces cinq savants.

grandement. La publication est luxueuse, le travail artistique. Chaque carte a été divisée en un certain nombre de segments ou de planches, et chaque série de planches placée dans une chemise au recto de laquelle se trouve le titre de la carte, l'année de la publication, le nombre de segments et un petit tableau d'assemblage. Les planches de l'*Europa*, des *Britische Inseln* et de la *Weltkarte* mesurent respectivement $0^m,43 \times 0,31$; $0^m,45 \times 0,325$; $0^m,44 \times 0,39$. Le tout est précédé d'une courte introduction.

Cette publication vient ajouter un nouveau lustre à la gloire de Mercator, et combler un vide dans sa biographie. Quoique les grandes lignes de cette biographie soient connues, il peut être intéressant de la reprendre, et de montrer, à la lumière des plus récents documents, les remarquables progrès dont la science géographique est redevable à cet esprit aussi éminent que modeste.

Gérard Mercator (1), de son vrai nom De Cremer, est né à Rupelmonde, le 5 mai 1512, chez son grand-oncle Gisbert De Cremer, curé de l'hospice Saint-Jean, le seul membre de la famille qui eût quelques ressources.

Le père de Gérard, Hubert De Cremer, exerçait la profession de cordonnier; sa position était modeste, presque voisine de la pauvreté. Ce fut le curé Gisbert qui fit les frais de l'éducation des enfants. Le jeune Mercator fréquenta l'école du magister de la commune. Plus tard son

(1) La nationalité de Mercator a suscité une polémique assez vive, où nous ne voulons pas prendre position en ce moment, entre MM. les docteurs Van Raemdonck, de Saint-Nicolas, et Breusing, directeur de l'école de navigation de Brême. Pour le premier de ces auteurs le géographe est flamand ; il est allemand pour le second.

Les écrivains ne sont pas plus d'accord sur la confession religieuse à laquelle appartint Mercator. Van Raemdonck le croit catholique, Breusing, Ghymmius et Possevinus (*Bibliotheca selecta*.... Coloniae Agrippinae... MDCVII, t. II, pp. 255 et 261), le tiennent pour luthérien. Quelles que fussent ses opinions religieuses, c'était un honnête homme. Dans une lettre à André Masius, de 1565, Cassander (cfr *G. Cassander Belgae theologi... opera*.... Parisiis.... H. Drovart, M.D.C.XVI) le dit un type de probité : *Vir longe integerrimus.*

grand-oncle l'initia aux éléments de la langue latine. Comme le jeune homme montrait de sérieuses qualités d'esprit, il fut envoyé, en 1527, au collège de Bois-le-Duc. Son séjour n'y fut que de trois ans et demi. Épris d'un vif amour pour la science, il obtint de son bienfaiteur, qui ne tint compte ni des sacrifices à faire, ni des privations probables à subir, la faveur de suivre les cours de l'université de Louvain, fondée en 1425. Sur la présentation d'un certificat d'indigence, Mercator fut inscrit, le 29 août 1530, au *Liber Immatriculationum* (1), parmi les élèves pauvres de la pédagogie du *Château,* ou de la Faculté des arts.

A part cette inscription, il n'existe pas de trace de Mercator dans les archives de l'*Alma mater*. Comme les cours de la Faculté des arts étaient de deux ans, on peut supposer que l'étudiant prit le grade de licencié ou de maître ès arts en octobre 1532. Après avoir passé quelques semaines dans sa famille, le jeune savant alla se fixer dans la ville académique et devint bourgeois de Louvain.

On ne signale rien de saillant dans l'existence de Mercator de 1532 à 1536. Il puisait ses moyens d'existence dans les largesses de son grand-oncle et dans la fabrication d'instruments de mathématiques. Ce travail ayant amélioré sa position, il épousa à Louvain, le 3 août 1536, Barbe Schellekens, dont il eut, du 31 août 1537 jusqu'en 1542, à ce que l'on présume, trois fils et trois filles. Pour assurer l'avenir de sa famille et satisfaire à un penchant naturel, Mercator se mit à construire des cartes géographiques; on a même la preuve, par des documents de 1541 et de 1543, qu'il s'occupa de lever le plan ou de dresser la carte des propriétés des particuliers.

Venu à Rupelmonde en février 1543 (1544 N. S.) pour recueillir la succession de son grand-oncle, le géographe, soupçonné de participation aux doctrines de la

(1) Conservé aux Archives générales du royaume à Bruxelles.

Réforme, fut renfermé dans la forteresse. Malgré les démarches les plus pressantes et les certificats les plus favorables, le procès fut minutieusement instruit. Mais à défaut de preuves de culpabilité, Mercator fut élargi, probablement vers la fin de 1544.

Sans rien perdre de son courage, il se remit au travail. En 1552, il quitta Louvain pour aller s'établir à Duisbourg dans le duché de Clèves, sur le bas Rhin ; on ne sait si ce fut uniquement par dégoût pour la triste situation de son pays, ou par le désir d'obtenir une chaire de professeur à l'université dont Guillaume IV, duc de Juliers, de Clèves et de Berg, avait projeté l'érection dans cette ville. Quoi qu'il en soit, l'université ne fut pas créée du vivant de Mercator, mais seulement en 1618. En revanche, un vaste *Gymnasium*, école préparatoire aux études supérieures, fut fondé en 1559. L'illustre émigré prit une part active à son organisation et à sa prospérité. Ce fut probablement pour reconnaître ces généreux services et rendre hommage à sa science que le duc de Clèves le nomma son cosmographe. Il est impossible de déterminer avec exactitude la date de cette nomination. La préface de sa chronologie permet d'affirmer qu'elle est antérieure au 17 août 1568 ; M. Van Raemdonck la fixe à l'année 1563.

Mercator, qui continuait à mener une vie toute de travail intellectuel intense, perdit sa femme le 24 août 1586. Il se remaria, quelques mois après, à Gertrude Virlings, veuve d'Ambroise Moer, ancien bourgmestre de Duisbourg.

Le 5 mai 1590, le géographe fut frappé d'apoplexie et paralysé de tout le côté gauche. Remis de cette grave atteinte, mais resté perclus, il voulut néanmoins reprendre ses travaux, mais son organisme était désormais incapable de pareilles fatigues. Survint une seconde attaque, qui emporta Mercator le 2 décembre 1594, à l'âge de 83 ans.

Rumold Mercator continua les affaires de son père à Duisbourg et hérita de toutes les planches de cuivre ser-

vant au tirage des cartes et des fuseaux des sphères. Il mourut en 1600, laissant des enfants mineurs. Le 18 mars 1604, les planches de cuivre furent vendues à Gérard Mercator, petit-fils du grand géographe ; elles passèrent, sans doute la même année, à Josse Hondius, graveur et éditeur de cartes géographiques à Amsterdam.

Maintenant que nous connaissons les diverses phases de cette existence qui a soutenu la lutte pour la vie, voyons les œuvres qui ont caractérisé le talent de Mercator et qui marquent les étapes de sa carrière scientifique.

Nous avons dit qu'en 1532 Mercator obtint le brevet de maître ès arts et s'établit à Louvain. Les problèmes de la philosophie naturelle l'attiraient; non qu'il cherchât la discussion et la controverse, si en honneur à cette époque, mais il lui répugnait de se soumettre sans contrôle à n'importe quel corps de doctrines établies. Quoique formé à l'école d'Aristote et imbu de ses idées, il se mit à comparer sa cosmogonie avec le récit de la Genèse. Que de divergences il constata! Sans hésitation et malgré ses vingt-deux ans, il fit table rase des opinions du philosophe et s'efforça de pénétrer lui-même les mystères de la nature et de concilier la Bible avec la science. L'audace était grande; elle lui valut des ennuis. Pour s'y soustraire et persévérer dans ses études, Mercator se retira quelque temps à Anvers. Il en revint, probablement vers 1534, armé d'un système qui satisfaisait sa foi et sa raison. Toutefois il usa de prudence et ne publia pas son œuvre, qu'il laissa mûrir et retoucha jusqu'à la fin de ses jours.

Ce travail ne parut qu'après sa mort, avec la troisième partie de son *Atlas* (1595) et dans toutes les éditions suivantes, jusqu'en 1633. Il a pour titre : *De mundi creatione ac fabrica*. Il est divisé en vingt-deux chapitres; les trois premiers, intitulés *Prolegomenon Fabricae mundi*, sont un véritable hymne à la Divinité; dans les dix-neuf suivants, *Fabricae mundi caput I-XIX*, est exposée la créa-

tion du monde en six jours. Examiné au point de vue des idées du XVIe siècle, ce travail semble avoir de la valeur, mais il serait curieux de le rapprocher, par exemple, des pages qu'a publiées dans la *Revue des questions scientifiques* l'un de ses plus sympathiques collaborateurs, Jean d'Estienne (1).

Mercator venait de s'occuper de philosophie pendant deux ans. Par malheur, elle ne lui avait rapporté que tracas et sarcasmes, et ne l'avait point soustrait à l'obligation de recourir aux largesses de son grand-oncle. Cette situation était peu tolérable ; il fallait trouver une carrière plus lucrative. C'est alors que fut entreprise la fabrication d'instruments de mathématiques ; l'esprit du moins n'allait pas être entièrement sacrifié au travail manuel. Pour faire œuvre sérieuse, Mercator étudia les mathématiques avec la plus grande ardeur. Sous la haute direction de Gemma Frisius, ses progrès furent rapides. Après quelques années, dit Ghymmius, il construisait des sphères, des astrolabes, des anneaux astronomiques en cuivre, etc., et il tenait de la Faculté des arts l'autorisation de donner des leçons particulières à quelques étudiants. Mais ce n'était pas encore là que Mercator devait trouver la fortune et la gloire.

Tout en travaillant et en gravant le cuivre, il s'appliquait à l'étude de la géographie. Il y était porté d'instinct, car elle est, sous une forme moins élevée que la cosmogonie, une étude, une analyse de la nature.

Quel était l'état de la science géographique lorsque Mercator en aborda l'étude? Au moyen âge, les expéditions maritimes et le cabotage avaient fait reconnaître les erreurs de Ptolémée ; des cartes nautiques avaient été dressées qui marquaient un réel progrès. Quant aux cartes continentales, nous allions dire topographiques, si elles témoignaient d'un travail moins précis, elles étaient cependant établies sur une base sérieuse. Malheureusement la

(1) Cfr Rev. des quest. scient., t. I et II, année 1887. *Comment s'est formé l'Univers ?*

Renaissance, en ressuscitant la vogue de Ptolémée, vint jeter une perturbation complète dans la géographie, entraînant pour longtemps la cartographie dans la voie du recul et de l'erreur (1).

Au déclin de l'empire de Byzance, les savants de l'Orient avaient apporté au monde latin le tribut de leur savoir. Comme géographe, ils n'avaient que Ptolémée.

La masse du peuple et même des érudits ignorant le grec, on traduisit cet auteur en latin. Dès 1405, les traductions, manuscrites d'abord, et plus tard imprimées, se répandirent en grand nombre. Puis insensiblement l'infiltration du maître s'opéra dans les conceptions géographiques du moyen âge. L'autorité nautique des pilotes et les mappemondes des cosmographes parurent insuffisantes et suspectes. Les systèmes de projections et les positions géographiques fournies par Ptolémée lui donnaient une supériorité et une apparence de perfection inconnue des cosmographes latins.

Son horizon fut donc adopté. Alors que se présente-t-il? Les explorations d'un Marco Polo (Asie, XIIIe siècle), et les conquêtes maritimes d'un Vasco de Gama (Afrique) et d'un Christophe Colomb (Amérique) font connaître des terres ignorées de l'antiquité; c'est un premier et radical changement à faire à l'œuvre du géographe d'Alexandrie. Mais voici venir de plus grandes déceptions. Avec le développement du commerce et de la navigation, augmentent aussi les récits des témoins oculaires des pays tant nouveaux que connus des anciens.

D'un autre côté, le rôle des cartes hydrographiques est devenu nul, car toute l'attention s'est portée vers l'intérieur des terres. En d'autres termes, de nautique qu'elle est, la géographie devient continentale. Au XVIe siècle, chaque État, chaque pays, chaque province, en Europe, a ses topographes, chorographes, géomètres, géographes,

(1) Lelewel, *loc. cit.*, t. II, p. 119.

qui relèvent les nombreuses distances, les coordonnent, et composent ou rectifient les cartes de leur pays. Les cosmographes combinent ces éléments, comme ceux fournis par les voyageurs contemporains, avec les données de l'antiquité, et en font un ensemble qu'ils enchâssent dans le cadre ptoléméen. Insensiblement, grâce à cette opération, les erreurs du géographe d'Alexandrie sautent aux yeux et on revient d'un engouement dont les conséquences ont été si malheureuses.

Que va faire Mercator? Se prononcer sans réserve pour les portulans et la géographie du moyen âge, ou rompre avec l'antiquité pour substituer d'un coup à l'ancien édifice un nouveau où chaque partie occupera une place correspondante à celle que lui assigne la nature?

Le géographe nous trace lui-même, dans la légende de sa mappemonde de 1569, *De vero Gangis et Aureae Chersonesi situ*, la marche qu'il convient de suivre. « Les notions qui sont le fruit d'une longue étude n'arrivent à notre entière connaissance que par degrés. A cet effet il faut écarter les erreurs manifestes et réserver les données probables jusqu'à ce que l'expérience et le raisonnement en s'harmonisant fassent éclater aux yeux la vérité objective. Telle est la science géographique. Si nous voulons à tout propos et à la légère transposer, changer ou intervertir les découvertes des anciens, non seulement nous ne lui ferons faire aucun progrès, mais pour avoir corrigé une erreur, nous altérerons cent faits acquis. Il y aura d'ailleurs une telle confusion de pays et de noms que la situation générale des contrées et leurs dénominations respectives seront entièrement bouleversées » (1).

Cette ligne de conduite — en est-il de meilleure? — fut observée par Mercator. Pour ne pas faire un saut dans

(1) "Ea quae longa experientia discuntur, si ad perfectam veritatis cognitionem progredi, non autem falsitate obscurari debeant, sic instituenda sunt ut, castigatis quae per manifestas rationes falsa sunt, probabilia retineantur, donec experientiae et ratiocinationes omnes inter se consentaneae res ipsas in sua veritate ob oculos ponant. Talis est geographia, quam, si volumus

les ténèbres, il s'attacha à la géographie de Ptolémée. Toutefois, malgré son admiration pour lui, il n'était pas homme à subir son autorité sans contrôle. Ptolémée fut passé au crible comme Aristote.

La géographie est une science exacte ; sa base est un tissu serré de latitudes et de longitudes. Pour rejeter la doctrine du maître, il fallait des observations astronomiques nouvelles qui fussent en contradiction avec les siennes, et des résultats précis d'explorations terrestres et maritimes. Ce sera donc avec prudence que Mercator se soustraira à l'autorité du savant grec. Il le soumettra à une critique très approfondie, apportera des corrections précises aux théories généralement admises et jettera les fondements de nouvelles et importantes doctrines. Leur sage application lui vaudra l'honneur de devenir le réformateur de la science géographique et d'être appelé le Ptolémée de son siècle.

A une époque où la Bible était discutée et commentée jusque dans les plus petits villages, bon nombre de cartographes, désireux de verser quelque lumière sur les idées de leurs contemporains, croyaient utile ou nécessaire de signaler leurs débuts par une chorographie de la Palestine. Il en fut ainsi de Mercator. Son travail fut hautement loué et décida de son avenir. Nous le verrons bientôt à la tête d'un véritable institut cartographique où se fera le dessin, la gravure, l'impression, l'enluminure et parfois même le levé des cartes géographiques.

Quoiqu'on ne connaisse guère les libraires avec lesquels il était en relations d'affaires, on peut cependant affirmer que l'institut fut prospère et écoula de nombreux produits.

veterum inventa temere quavis occasione transponere, commutare aut invertere, non modo non perficiemus, sed pro unius erroris emendatione centum veritates depravabimus, et confusissimam tandem terrarum et nominum congeriem faciemus in qua nec regiones suis locis nec nomina suis regionibus reponantur. „

On sait par exemple que plusieurs paires de sphères ont été fournies au docteur Camerarius et vendues par lui à la foire de Francfort.

Mais la preuve la plus convaincante qu'on ait pour le moment de cette vogue, est fournie par les registres de comptabilité, partiellement égarés, du Musée Plantin-Moretus, à Anvers. De 1558 à 1597, ils accusent livraison à Plantin, pour la vente en détail, d'au moins 1475 pièces (cartes, globes, etc.). Ce chiffre serait plus élevé s'il ne s'était pas trouvé dans les Pays-Bas et à l'étranger des éditeurs malhonnêtes qui publièrent des réductions ou des reproductions des cartes mercatoriennes, en les modifiant légèrement et en supprimant le nom de l'auteur.

La Chorographie de la Terre Sainte parut à Louvain en 1537. D'après un manuscrit de Paquot (1), son titre est : *Amplissima Terrae Sanctae descriptio.* Masius (2) et Ortélius (3) la signalent respectivement par ces mots : *Chorographia Sanctae Terrae* et *Palaestinae, sive Terrae Sanctae* (descriptio).

Mercator n'avait pas fait le pèlerinage de la Terre-Sainte ; il a donc travaillé d'après l'œuvre d'un cartographe inconnu. Jusqu'à ce jour on n'a retrouvé ni la carte, ni le modèle. Riccicoli dit que la Palestine était une *magna tabula.*

Encouragé par le succès, Mercator composa et publia en 1538 une mappemonde sans titre. M. Van Raemdonck l'appelle *Orbis imago* (4).

Ni Ghymmius dans sa biographie, ni Mercator et

(1) *Matériaux pour servir à l'histoire littéraire des Pays-Bas,* 4 vol., ms 17630. Bibl. roy. à Bruxelles, t. I, p. 630.

(2) Lettre à Georges Cassender, dans " Sylloges Epistolarum a viris illustribus scriptarum tomi quinque, collecti et digesti per Petrum Burmannum. „ Leidae... 1727, t. II, lettre LVI, p. 284.

(3) *Theatrum orbis terrarum.* Catalogus auctorum.

(4) Voici le texte de la reproduction de la carte : *Photolithographed Copy of Gerard Mercator's Mapamundi of 1538* from an original. Engraving in the library of the American Geographical Society.

les auteurs contemporains dans leurs écrits, ne font mention de cette carte, qui a eu du succès, car en 1567 elle était encore fournie à la firme Plantin.

Le seul spécimen connu est conservé à la bibliothèque de la Société de géographie de New-York ; il est intercalé dans les feuillets d'un exemplaire du *Ptolémée* édité par Mercator en 1578. C'est M. James Carson Brevoort qui en a signalé l'existence (1). Malheureusement il a souffert. Les lettres du nom de Mercator sauf M et r final, imprimées en caractères italiques, manquent par suite du fréquent pliage de la carte, et le texte de la légende *Lectori S.*, ainsi que le tracé de quelques îles de l'océan Indien, entre autres Madagascar, ont subi les injures du temps.

Dès 1879, M. Van Raemdonck fit des instances pour que la Société new-yorkaise fît reproduire la carte. Cela fut fait dans le *Bulletin of the American Geographical Society*, New-York, 1879, mais à une échelle insuffisante pour l'étude sérieuse du document. Ce n'est qu'en 1885 que parut une reproduction phototypique à grandeur de l'original. Celui-ci et la reproduction mesurent $0^{m},485 \times 0,305$ et $0^{m},513 \times 0,33$.

La mappemonde de 1538 est différente de celle de l'*Atlas*. On connaît deux contrefaçons, éditées à Rome au XVIe siècle (sans date ni nom d'auteur), par Antoine Lafreri et Antoine Salamanca. Il existe un exemplaire de la dernière à la bibliothèque Saint-Marc à Venise et à la bibliothèque municipale à Breslau, et un exemplaire de la première dans la bibliothèque du Dr G. Marinelli, professeur à l'université de Padoue, à la bibliothèque des archives de l'État à Turin, à la bibliothèque du Cercle archéologique du Pays de Waas, à Saint-Nicolas (Belgique). La Bibliothèque Victor Emmanuel à Rome possède trois exemplaires de la reproduction Lafreri.

(1) *Bulletin of the American Geographical Society*. New-York, 1878, n° 4, pp. 195-196.

M. le professeur baron Nordenskiöld s'occupe de la carte de Salamanca dans son *Facsimile Atlas.*

L'*Orbis imago* est d'un cartographe de marque, qui avait compris que la surface du globe devait être développée sur un plan, non d'après le caprice, mais d'après des principes mathématiques bien établis.

La projection cordiforme *double* a été choisie à cette fin. Dans le tracé fondamental de la projection cordiforme *simple,* ou équivalente, les parallèles de latitude sont représentés par des cercles concentriques au pôle nord et équidistants. Si l'on divise ces parallèles d'après leur rapport avec un grand cercle de la sphère, et qu'on relie les points de division par des lignes, on forme les méridiens (1). La silhouette ainsi obtenue rappelle vaguement celle d'un cœur humain. D'où le nom de projection cordiforme.

MM. Breusing et Heyer l'attribuent à Stabius, M. Fiorini à Werner, M. Van Raemdonck à Bernard Sylvanus, d'Éboli, qui l'appliqua à sa *Tabula Ptolemaei universalis reformata* (1511).

En 1531, Oronce Finé, savant médecin français, modifia ou mieux perfectionna le tracé de Sylvanus dans sa *Nova et integra universi orbis descriptio.* Au lieu de projeter toute la surface terrestre sur un seul réseau cordiforme, où les parallèles sont décrits exclusivement du pôle nord comme centre, il établit deux canevas identiques, dont les parallèles sont décrits respectivement des pôles nord et sud. Ces canevas sont tangents au point de leurs équateurs correspondant au 90° long., point traversé par leur méridien *moyen* commun. L'ensemble a la forme de deux cœurs soudés à la base.

Mercator est le premier auteur qui ait fait l'application de la projection de Finé. Sa mappemonde a tant de ressemblance avec celle du géographe français qu'on peut

(1) Breusing. *Gerhard Kremer gen. Mercator der deutsche Geograph.* 1869, pp. 45 et 47.

affirmer que la seconde a servi de modèle à la première. Préparation et tangence des hémisphères, échelonnage des méridiens et des parallèles, méridien moyen et premier méridien, tout cela est identique. Il n'y a que la géographie politique et physique où Mercator ait mis sa touche personnelle.

Le canevas établi, il fallait y marquer la position des lieux. Quel procédé suivit Mercator? Il détermina les longitudes et latitudes par induction, en se basant généralement sur les données fournies par Ptolémée.

L'*Orbis imago* a été dessinée d'après des emprunts faits à plusieurs auteurs, mais surtout au géographe d'Alexandrie pour l'antiquité, et pour les temps modernes à Marco Polo, voyageur du XIIIe siècle, Christophe Colomb, Améric Vespuce, Cabot et Cortereal.

Parcourons rapidement la mappemonde.

Le premier méridien passe par les Iles Fortunées ou Canaries que l'auteur place par 23°28′ lat. N. environ. C'est un progrès sensible, car Ptolémée les groupe entre 10°30′ et 16° lat. N.

Le pôle austral occupe la partie droite, le pôle septentrional le côté gauche de la carte.

Au-dessus et au-dessous du point de tangence des deux canevas cordiformes est un grand blanc où Mercator inscrivit dans des cartouches deux légendes. Près du bord inférieur de la mappemonde la dédicace : « Joanni Drosio suo Gerardus M.....r Rupelmudanus *(sic)* dedicabat. » Au bord opposé cet avis au lecteur : « Lectori S. Quam hic vides orbis imaginem lector candide eam ut posteriorem, ita et emendatiorem iis quae hactenus circumferebantur esse America, Sarmatiaque ac India testantur. Proposuimus autem partitionem orbis in genere tantum, quam deinceps in particularibus aliquot regionibus latius tractabimus, atque adeo in Europa id jam facimus, quam brevi non minorem universali illa Ptolemaei exspectato. Vale 1538. »

Au XVIe siècle, on est encore dans l'ignorance de la topographie des régions polaires. Le continent austral est représenté par une étendue immense, dont Mercator confesse ne pas connaître la superficie. « Terras hic esse certum est, dit-il dans une légende, sed quantas quibusque limitibus finitas, incertum. » Pour les terres arctiques, il se demandait s'il existe un chemin de passage d'Angleterre au Cathai (ancienne Chine septentrionale) par l'orient et par l'occident, à travers la mer Glaciale. En 1538, quoique la question semblât tranchée en sens contraire par les cartographes du XVIe siècle, il croyait cette voie de communication ouverte par l'occident seulement. Voilà comment l'Asie fait corps avec les contrées circompolaires et est séparée de l'Amérique du Nord par le *fretum arcticum*.

Le continent asiatique est généralement ptolémaïque. Au delà de 180° long., la carte est complétée par les récits de Marco Polo, de l'Arménien Haiton et de Guillaume de Tripoli.

La partie septentrionale de l'Afrique, seule connue de l'antiquité, est calquée sur la conception du géographe d'Alexandrie. On a de lui notamment tout le cours du Nil, depuis sa source jusqu'à son embouchure. Les Montagnes de la Lune, source des deux lacs qui alimentent les eaux du grand fleuve, et ces lacs eux-mêmes occupent les mêmes positions astronomiques que chez Ptolémée. Le cadre ptoléméen avait pour limite méridionale la partie du promontoire Prason (Prassum) située par 15° 30' lat (1). Toute l'Afrique du Sud est empruntée aux itinéraires de Vasco de Gama et de Ludovico de Verthema, et aux mappemondes d'Oronce Finé et de Martin Waldseemüller.

L'Europe s'inspire de Ptolémée.

(1) D'AVEZAC. *Bulletin de la Société de géographie de Paris*, 1860, p. 408, note 2.

L'Amérique, découverte depuis 46 ans, n'a qu'une physionomie modeste. Il convient de reconnaître cependant que si la carte ne donne que peu de détails topographiques, en revanche l'image est assez correcte.

Les deux premières cartes de Mercator avaient été des coups de maître. Sa renommée alla grandissant. Bientôt les marchands flamands le pressèrent de faire paraître une description de la Flandre. Après mûres réflexions, le géographe donna suite à leur désir.

Vlaenderen. Exactissima (Flandriae descriptio), tel est le titre de la grande carte publiée à Louvain, en 1540.

Elle est composée de quatre feuilles et mesure à l'intérieur du cadre $1^{m},10 \times 0,806$. Quelques cartouches ornent la carte : le privilège impérial non daté, la dédicace à Charles-Quint, une échelle des milles flamands, la signature : *Gerardus Mercator Rupelmundanus faciebat*, etc. La carte est illustrée. Dans les bords inférieur et supérieur du cadre, par exemple, sont des médaillons avec les noms des trois forestiers, et des trente et un comtes et comtesses qui ont régné sur la Flandre ; dans les côtés verticaux se trouvent les armoiries de vingt-six villes, accolées aux bannières de cinquante-quatre centres habités qui les avaient pour signe distinctif à la guerre. Blottis dans les angles de la carte, quatre ours debout, portant les bannières et les blasons des baronnies de Boelers, Pamele, Heyne et Cysoing.

Mercator a tracé la Flandre reconnue à l'empereur par les traités de Madrid et de Cambrai (1526 et 1529). Ses limites sont au nord le Dollart et le Hont, qui la séparent de la Zélande ; au sud, les comtés de Hainaut, d'Artois et la rivière l'Aa ; à l'est, l'Escaut et le duché de Brabant ; à l'ouest, la France et la mer du Nord *(Mare germanicum)*.

Le musée Plantin-Moretus, à Anvers, possède le seul exemplaire connu de cette carte. Il provient de la bibliothèque du chanoine C. B. De Ridder, décédé à Malines

en 1876. C'est le 6 février 1877 qu'il a été acquis en vente publique pour le compte de la ville d'Anvers. La carte présente à sa partie supérieure une lacune : l'embouchure du Hont et ses environs, et les mots *Flandriae descriptio* ont disparu. Quant au cartouche, placé près du bord inférieur, et destiné à l'explication des signes, il est resté vide.

C'est sur les instances de M. le Dr Van Raemdonck que l'administration communale anversoise a fait reproduire la carte, et c'est grâce au concours de ce savant, qui utilisa une contrefaçon de la *Flandre*, faite à Venise, en 1559, que le Cercle archéologique du Pays de Waas a fait reconstituer les parties mutilées ou incomplètes. Cette reproduction, composée de neuf planches, a pour titre : *La Grande carte de Flandre dressée en 1540 par Gérard Mercator. Reproduction phototypique de l'exemplaire conservé au Musée Plantin-Moretus, exécutée d'après les ordres de l'administration communale d'Anvers par Jos. Maes, photographe, et précédée d'une notice explicative par le docteur J. Van Raemdonck. Anvers, veuve De Backer,* M.DCCCLXXXII. Le titre et la notice sont aussi donnés en langue flamande.

La *Flandre* de 1540 est la première carte connue de Mercator qui ait été dressée sur une grande échelle. Elle n'a ni projection, ni graduation. En revanche, il se pourrait qu'elle ait été levée sur le terrain.

Tel est l'avis de J. Lelewel. Ainsi la *Flandre* et la *Lorraine* lui appartiennent entières, dit-il, en parlant du géographe flamand, parce que lui-même leva le plan de ce pays (1). M. Van Raemdonck, qui partage cette manière de voir, rend ainsi tout l'écho de sa lyre : « Muni de ses instruments et armé du bâton de voyage, Mercator parcourut successivement toutes les parties de la Flandre, depuis la mer du Nord jusqu'à la Scarpe et depuis Calais jusqu'à

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 184.

Anvers, visitant les villes et les villages, traversant les plaines, les bois et les marais, longeant les cours d'eau, gravissant les hauteurs, arpentant, levant les plans, déterminant par longitude et latitude la position des principaux lieux, dessinant et annotant le tout, subissant les privations et les fatigues, s'exposant à mille dangers, et ne terminant ses laborieuses pérégrinations que lorsque, épuisé par les courses et chargé d'un portefeuille rempli d'éléments, il put retourner à Louvain pour s'y livrer, dans le silence du cabinet, à la composition de sa carte de la Flandre. Deux années de peines, d'études et de sacrifices furent consacrées à l'achèvement de cette carte : temps excessivement court, si on réfléchit à la tâche considérable qu'il s'était imposée, et si on considère que très probablement Mercator n'avait aucun modèle pour se guider et que tous les matériaux étaient à créer pour cette grande entreprise. »

La description est enthousiaste, mais si vif que soit notre désir de nous rallier à ces idées, nous ne le pouvons pas. Notre conviction n'est pas faite. Pour l'asseoir, nous avons écrit à M. Van Raemdonck. Il regrette que son état de santé ne lui permette pas en ce moment de répondre. En attendant des temps meilleurs, nous allons tâcher de faire jaillir un rayon de lumière de ses savantes publications.

Pour quelles raisons M. le docteur Van Raemdonck croit-il que Mercator a *levé* la carte de la Flandre? 1° Le capitaine du génie pensionné Dejardin, qui a fait des recherches spéciales pour dresser une liste complète de toutes les cartes de la Flandre ancienne et moderne (1), ne signale aucune carte, levée sur le terrain même, qui soit antérieure à la *Flandre* de 1540. 2° Mercator, *très probablement*, n'a eu aucun modèle pour se guider, car la chorographie de la Flandre n'existait pas, *paraît-il*. 3° L'étude de la carte l'a convaincu qu'elle a été levée sur

(1) *Messager des sciences historiques...*, 1865, pp. 340 et seqq.

le terrain. 4° Le géographe rupelmondois qui, au péril de de ses jours, a mesuré de ville en ville et de village en village, comme dit Ghymmius, tout le duché de Lorraine pour en dresser la carte, aurait-il manqué de faire la même chose pour la Flandre, sa patrie, où comparativement ce travail était beaucoup plus aisé à exécuter?

Les deux premières raisons sont des arguments négatifs. Nous ferons remarquer que le remarquable travail du capitaine Dejardin — il nous permettra cette appréciation qui ne saurait pas nuire à son œuvre — n'est pas complet et ne pouvait pas l'être. On n'y voit signalées ni la carte de Flandre de 1540, inconnue en 1865, ni plusieurs de ses réductions. Il convient d'ailleurs de constater le doute qui règne dans l'esprit de M. Van Raemdonck et qui ébranle son argumentation sans la battre toutefois en brèche : *très probablement*, dit-il, Mercator n'a pas eu de modèle pour se guider. A supposer qu'il n'existât réellement pas de cartes imprimées plus anciennes de la Flandre, en résulte-t-il que le géographe n'ait pas connu d'autres sources de renseignements? N'a-t-il pas pu faire usage, par exemple, pour la partie maritime de la Flandre, d'une carte marine des Pays-Bas, dressée en 1506 et qui est conservée à Bruxelles dans les archives de la famille de Lalaing, et d'une carte topographique autographe du cours de l'Escaut depuis Rupelmonde jusqu'au Zwijn et à l'île de Walcheren ($5^{m},21 \times 0,57$) dressée au commencement du XVIe siècle et conservée aux Archives générales du royaume (Belgique) (1).

La raison tirée de l'étude de la *Flandre* est plus sérieuse. Comparée à la carte de l'état-major, le tracé est exact tant pour les limites naturelles de la Flandre que pour le détail de l'intérieur du pays, et l'on a peine à s'expliquer tant de précision dans un levé fait à vue probablement.

(1) N° 351 de l'inventaire des cartes et plans. La carte a été encadrée, placée sous verre et exposée dans la salle de travail des Archives du royaume.

Aussi les motifs que nous allons indiquer nous font-ils conclure à l'existence de documents préexistants, tels que les cartes topographique et marine dont nous venons de parler, des itinéraires, les travaux des géomètres des rois d'Espagne, qui auront été complétés par les renseignements obtenus des intéressés eux-mêmes, c'est-à-dire des marchands flamands, etc.

Combien de temps Mercator a-t-il pu consacrer à la construction de sa carte ? Son *Orbis imago* a paru en 1538, sa *Vlaenderen* avant le 7 mars 1540 ; car à cette date paraissait son opuscule *Literarum latinarum... scribendarum ratio,* qui est postérieur à la *Flandre :* « Absoluta Flandria libellum de *Literarum latinarum... scribendarum ratione* evulgavit » (1). Dans l'espace de deux ans donc il faut placer le temps voulu pour le succès de son *Orbis imago,* pour les démarches des marchands, pour la décision de Mercator, qui n'aura pas été prise à la légère, pour les préparatifs de son départ, pour le levé, la composition, la gravure et l'impression de la carte !

Si grande soit l'activité du travailleur, c'est beaucoup, ou plutôt c'est trop. Nous avons eu la curiosité d'interroger des géomètres-arpenteurs, et des officiers qui ont fait le levé de plusieurs planchettes de la carte topographique du pays. Lorsque nous leur avons demandé ce qu'ils pensaient de Mercator parcourant la Flandre pour en faire, non un levé topographique exigé par la science et les nécessités modernes, mais un levé irrégulier avec détermination de quelques positions seulement, en un mot une carte itinéraire, plutôt commerciale que scientifique, ils ont exprimé des doutes sur la réalisation d'un pareil plan. Leurs doutes reposent surtout sur le calcul des distances arpentées par le géographe, sur les contrariétés d'un climat si néfaste aux opérations topographiques, enfin sur les rigueurs des deux hivers compris dans le cycle 1538-1540.

(1) Ghymmius, *loc. cit.*

Nous venons de voir que Mercator n'a mis que deux ans pour terminer sa carte. Cette longue attente cadre-t-elle bien avec l'impatience des marchands, désireux de posséder la *Vlaenderen?* Ghymmius dit en effet : *Magna animi alacritate (mercatoribus quibusdam urgentibus) Flandriae descriptionem meditatus et aggressus est, brevique temporis intervallo ibidem* (à Louvain) *expedivit.*

Il faut, nous semble-t-il, forcer quelque peu le sens de ce texte, fort important, pour y trouver l'idée de longues pérégrinations à travers la Flandre. Le biographe contemporain de Mercator n'a pas l'habitude des réticences ni la concision de Tacite. Il caractérise nettement les situations. C'est ainsi qu'il dit de la *Lorraine: Eisdem fere temporibus Ducatum Lotharingiae, duce illius veniam a nostro Principe illi impetrante, oppidatim ac per singulos pagos accuratissime per stationes dimensum, post reditum calamo exacte descripsit, suae Celsitudini Nancaei obtulit.*

Croit-on d'ailleurs que Mercator lui-même n'aurait pas pris soin de nous édifier à ce sujet dans la légende de sa carte ? Or il n'y parle pas de levé. Voici la finale de la légende : *Hujus igitur tam inclytae Regionis* (il s'agit de la Flandre) *designationem summa diligentia expressam, cosmographiae candidatis operae pretium duximus impertire.*

On nous objecte l'impossibilité pour Mercator de ne pas faire pour la Flandre sa patrie, où comparativement ce travail était beaucoup plus aisé, le levé qu'il a exécuté en Lorraine en 1564 au péril de ses jours. C'est faire erreur à notre sens. En 1564, Mercator avait une situation acquise. Il la devait à la vente de ses cartes et de ses instruments de mathématiques, et à la protection de Charles-Quint et du duc de Clèves. D'ailleurs ne peut-on pas supposer que le duc de Lorraine aura agi, à l'égard du géographe, en véritable Mécène, délicatesse qu'ignoraient ou que ne pouvaient pas se permettre les marchands ?

En 1538 au contraire, Mercator était à ses débuts. On

sait qu'il ne volait pas de ses propres ailes. Le grand-oncle devait le favoriser de ses largesses. Mais le digne homme, qui avait connu les privations pour parfaire l'éducation du jeune Gérard, avait-il assez de ressources pour subvenir au déplacement coûteux de son neveu et à l'entretien de toute sa petite famille? Il nous semble plus naturel de croire que Mercator, assuré de ses moyens d'existence par la construction des instruments de mathématiques, n'aura pas de gaieté de cœur compromis son gagne-pain ni lâché la proie pour l'ombre; il aura donc dressé, dans le silence du cabinet, avec sa sagacité et sa précision habituelles, une carte de la Flandre au moyen d'éléments existants, qu'il aura rassemblés et coordonnés, en y ajoutant son empreinte propre.

La carte de la Flandre a eu le plus légitime succès. Les reproductions sont nombreuses.

Quarante-cinq ans après sa publication, elle fut réduite par Mercator lui-même ($0^m,48 \times 0,33$). Il la gradua cette fois et la compléta partiellement. Si elle n'est pas mise au courant de tous les progrès figurés par Ortélius sur sa carte de 1570, c'est que la gravure de la planche en cuivre était probablement déjà terminée. La réduction faite par le constructeur de la carte parut dans la première partie de l'*Atlas*, en 1585, et dans vingt-huit ou vingt-neuf éditions posthumes du grand et du petit *Atlas*, publiées à Dusseldorf et à Amsterdam. Elle se trouve pour la dernière fois dans l'édition flamande de 1634.

Voici quelques réductions de la *Exactisima Flandriae descriptio* publiées en Belgique ou à l'étranger du vivant de Mercator et aussi après sa mort.

Une première réduction en une feuille est conservée à la bibliothèque gouvernementale de Florence, où M. Wieser, professeur à l'université d'Innsbruck (Tyrol), la découvrit en 1886. Michel Tramezini, graveur et éditeur de cartes géographiques à Rome, la publia en 1555, mais il eut soin de supprimer le nom de Mercator. Elle a pour titre : *Flandriae recens exactaque descriptio.*

La carte de Flandre in-f° qui figure, sous le n° 35, dans le recueil *Germania geographicis tabulis illustrata*, publié à Anvers, en 1569, avec texte latin, par Gérard De Jode, n'est qu'une copie corrigée de la carte de Tramezini. C'est donc une réduction de l'œuvre de Mercator.

La *Comitatus Flandriae*, insérée au vol. II, f°. 49, du *Speculum orbis terrarum* de Corneille De Jode, édité à Anvers, en 1593, n'est qu'une réimpression de la carte du père Gérard De Jode. Elle n'est pas graduée; les inscriptions sont flamandes et les côtes maritimes légèrement modifiées.

Une réduction anonyme, sur quart de feuille, de la carte de Gérard De Jode, figure à la page 50 du *Fasciculus geographicus* (collection d'une centaine de cartes géographiques, avec texte latin), publié en 1608, par Buxanacker, graveur et éditeur à Cologne.

Outre la réduction de Tramezini, on en connaît une seconde, anonyme aussi et faite sur une feuille. Elle est due à Dominique Zenoi, qui la donna à Venise, en 1559, avec le titre : *Exactissima Flandriae descriptio*. Il s'en trouve un exemplaire à la bibliothèque du Cercle archéologique du Pays de Waas et à la Bibliothèque royale à Bruxelles. Ces deux exemplaires sont tirés sur la même planche en cuivre, mais le dernier seul porte cette inscription : *Ad signum bibliothecae Divi Marci. Dominicus Zenoi Venetus excudebat. Venetiis MDLVIIII.*

La réduction de Venise est graduée et porte une légende latine. M. Van Raemdonck croit cette légende identique à celle de la grande carte; il l'a fait imprimer pour garnir le cartouche de celle-ci, privée de ces inscriptions. Le plagiaire a substitué le latin à la langue flamande.

A part quelques détails, la carte vénitienne, exécutée sur demi-feuille et sur bois, orne, sous le titre : « Descrittione particulare di Flandra », l'ouvrage de Guicciardini : *Descrittione di tutti i Paesi Bassi*, dont la première édition parut à Anvers en 1567.

Girolamo Porro, graveur padouan, réduisit aussi, mais sur quart de feuille, à Venise, vers 1570, la grande carte de Flandre.

La *Vlaenderen*, réduite ($0^m,50 \times 0,38$) d'après l'autographe même de Mercator, parut, sous sa signature, de 1570 à 1612, dans toutes les éditions latines, flamandes, françaises, allemandes et espagnoles du *Theatrum orbis terrarum* d'Abraham Ortélius. Le géographe anversois se borna à la compléter par le tracé du canal de Damme à L'Écluse et par les changements survenus le long des côtes; la carte prit le titre de *Flandria* de 1570 à 1592, et de *Flandriae comitatus descriptio* de 1592 à 1612 (!).

Le travail d'Ortélius servit de modèle à Pierre Koerius pour la carte de la Flandre sur demi-feuille que Jean Janssonius plaça, en 1648, dans une édition flamande de l'ouvrage de Guicciardini ci-dessus indiqué.

Le succès de ses trois premières cartes fut la preuve pour Mercator que la géographie était sa vraie voie. Pour arriver à la perfection et ne rien laisser au hasard, il consigna dans un petit manuel la manière de tracer les types des lettres latines dites italiques et cursives destinées à l'inscription sur les cartes des noms de lieux, rivières, pays, etc.

C'est un petit in-4° de 27 feuillets, imprimé presque entièrement à l'aide de planches, gravées en plein et sur bois par le géographe lui-même. On connaît cinq éditions de cet opuscule. N'est-ce pas un indice qu'il venait à son heure? *Lovanii, ex officina Rutgeri Rescii. Men. Mart. 1540.* (La préface est datée de Louvain, *nonis martiis* (7 mars) *1540.) — Excudebat Antverpiae Joannes Richard. Anno 1540.* (La préface porte : Louvain 1541.) — *Antverpiae excudebat Joannes Richard, in Sole aureo, an. 1549. — Antverpiae, apud Johannem Bellerum, sub insigni Falconis. M.D.LVII.*

A ces quatre éditions citées par M. Van Raemdonck,

nous pouvons en ajouter une cinquième, qui se trouve à la bibliothèque de la ville à Tournai : *Antverpiae excudebat Joannes Richard, in Sole aureo. Anno M.D.LVI.* La préface renseigne : *Lovanii Nonis Martiis, Anno 1550.*

Jusqu'ici nous n'avons pas eu à nous occuper des instruments de mathématiques construits par Mercator. C'est qu'ils n'avaient pas un rapport direct avec la géographie. Nous nous réjouissons que ses globes nous en donnent l'occasion.

La première sphère qui soit sortie des ateliers de Mercator semble être une sphère terrestre, dédiée à l'*Illustriss. Dno Nicolao Perrenoto Domino à Granvella, Sac. Caesareae Ma^ti à consiliis primo dedicatum.* Elle est datée de Louvain 1541, et construite sur le méridien de Forteventura, la plus grande des îles Fortunées ou Canaries, méridien situé à 16° 51′ 30″ long. O. de Paris (1). Sa circonférence est de $1^{m},2905$.

Le dessin de la sphère est presque identique à celui de l'*Orbis imago.* Comme pour cette carte, l'Europe et surtout l'Asie et l'Afrique septentrionale portent toute grande l'empreinte du géographe d'Alexandrie. Le cadre ptoléméen, qui ne donnait à la surface terrestre qu'une longitude de 180° comptés des îles Canaries, et pour latitude que l'espace compris entre les parallèles 63° et 15° 30′ lat. N., a pris une large extension. On y a tracé, en effet, les deux Amériques, l'Afrique méridionale du cap Prason au cap de Bonne-Espérance, et l'Asie jusqu'au cap Comori et à la pointe sud de la presqu'île de Malacca.

Mercator divise la terre en cinq parties : l'Europe, l'Asie, l'Afrique, l'Amérique (Nova India) et les terres australes ou magellaniques. Faute de découvertes maritimes, les régions antarctiques prennent sur la sphère un développement encore plus grand que sur l'*Orbis imago.*

(1) Malte-Brun. *Bulletin de la Société de géographie de Paris,* 1875, 2e vol., p. 620.

On y lit cette légende : *Quinta haec et quidem amplissima pars, quantum conjectare licet, nuper orbi nostro accessit, verum paucis adhuc littoribus explorata.* Mercator, versant dans l'erreur commune, croyait ces terres aussi vastes que tout le vieux continent. On sait qu'elles sont devenues les nombreuses îles de l'Océanie.

Contrairement à ses idées de 1538, le géographe est d'avis qu'on ne peut aller au Cathai que par l'Orient.

De plus, il marque sans le désigner un bras de séparation entre l'Asie et l'Amérique, dont le tracé présente un progrès sensible sur l'*Orbis imago.*

Sur l'*Orbis imago* et sur la sphère terrestre, on voit l'Afrique centrale représentée avec d'abondants détails, royaumes, villes, lacs, cours d'eau, montagnes, etc. Ces indications ne sont pas l'image de la réalité. Où donc ont-elles été puisées ?

En 1522 parut à Strasbourg, imprimée chez J. Grieninger et publiée par les soins de Laurent Phrisius (Friese), une édition de Ptolémée, dont l'Afrique n'est qu'une réduction du *Ptolémée* de 1513. Elle renferme les portulans portugais que le duc de Lorraine René II (1473-1508) avait reçus de Lisbonne. Cette réduction a été faite par Martin Waldseemüller (Hylacomilus). Celui-ci donna carrière à son imagination. La partie comprise entre l'équateur et le tropique du Capricorne, partie où l'édition du *Ptolémée* de 1513 et de 1520 laissait un immense blanc, fut ornée de données hautement fantaisistes : un bassin central (lac Saphat) servant de déversoir à trois affluents, celui du sud formé par la réunion de deux branches, le Gomormager et le Hélaste.

Comme le dit M. Wauters (1), auquel nous empruntons ces données, Mercator a copié le portulan du duc René, mais il en a fait une véritable carte continentale où l'orographie et l'hydrographie sont particulièrement soignées.

(1) *Bulletin de la Société belge de géographie,* 1879. p. 124.

Les fleuves, dont le navigateur n'avait fait que marquer l'embouchure le long du littoral, courent sinueux jusqu'à leurs sources; puis est dessiné le système fluvial du Nil, qui ne date pas de la Renaissance, mais remonte à Ératosthène (225 av. J.-C.). Toutefois les deux grands lacs sources du Nil, qu'Hylacomilus avait relégués au nord de l'équateur, conformément à la carte de 1513, ont repris leur place ptoléméenne. Enfin Mercator couvre de nouvelles villes, de nouveaux lacs, de nouvelles rivières le blanc de la carte de 1522, et il reproduit l'invention du géographe fribourgeois en faisant à son tracé une modification importante. Il rattache le bassin du Saphat à la côte orientale en prolongeant le Gomormager jusqu'à l'océan, au sud de Zéphala.

A voir cette carte, si chargée, de 1541, on dirait que d'importantes explorations ont été faites depuis 1522. Il n'en est rien cependant. Mercator ne fait que reproduire, en l'amplifiant, l'Afrique de Waldseemüller (1).

En avril 1551, au témoignage de Ghymmius, Mercator construisit à Louvain une sphère céleste de même dimension que la sphère terrestre, soit $1^{m},2905$ de circonférence. Georges d'Autriche, prince-évêque de Liége, en accepta la dédicace.

Cette sphère représente le firmament, avec l'équateur, l'écliptique, les cercles des tropiques et les cercles polaires, les planètes, les étoiles et les constellations avec leurs noms et leurs signes, la voie lactée, les méridiens, l'horizon rationnel.

Nous n'avons pas compétence pour discuter la valeur de cette sphère. Nous nous en tenons à ce renseignement du R. P. Thirion : « Les historiens de l'astronomie sont

(1) Mercator aura trouvé l'Afrique de 1522 dans la traduction de Ptolémée publiée à Lyon en 1535, par Willibald Pirkaymer. Il possédait en effet un exemplaire de cette édition, et l'a étudié avec soin, comme il le dit dans ses *Tabulae geographicae Cl. Ptolemaei.*

sobres de détails sur les plus anciens globes célestes européens, et en particulier sur celui de Mercator. Ce sont toujours les globes de Janssonius (Blaeu) que l'on cite comme les plus intéressants de cette époque. Ce sont probablement les premiers sur lesquels figurent les étoiles du ciel austral jusqu'au pôle antarctique. »

Revenons à notre sphère terrestre. Il est naturel de se demander quelle est sa valeur comparée aux sphères des contemporains du géographe ?

Possevinus, dont la parole n'est pas suspecte, dit que la sphère d'Oronce était la plus estimée de l'époque, mais qu'elle vient d'être surpassée par celle de Gérard Mercator, que les hommes entendus regardent comme la plus parfaite de toutes (1).

Master Blundeville, de son côté, affirme *that up to the date of 1592 they (globes) were in common use in England.*

L'examen de la valeur intrinsèque de la sphère est aussi éloquent que ces témoignages.

Nous avons déjà vu qu'au point de vue physique elle présente les errements qui étaient généralement en cours. Mais au point de vue mathématique, les progrès sur ses devancières sont considérables, qu'il s'agisse de la construction ou de l'application de l'instrument.

Convaincu des défauts des cartes nautiques et de l'utilité des sphères pour la navigation, Mercator appropria ses globes à l'usage de la marine. La graduation, que négligeaient généralement les cartographes de la première moitié du XVIe siècle, est fort précise. Un des premiers, et longtemps avant Blaeu, l'éditeur d'Amsterdam, il a tracé les rhumbs ou lignes que suivent les navires guidés par la boussole. Ces lignes sont des loxodromes.

(1) Hic (globus) vero cum magnopere aestimaretur, qui ab Orontio manaverat, superatus est ab eo, quem Gerardus Mercator edidit, quem omnium praestantissimum viri periti existimant. *Antonii Possevini... Bibliotheca selecta de ratione studiorum.....* Coloniae Agrippinae..... MDCVII, t. II, p. 257.

Toujours pour être utile aux marins et aux voyageurs, il a dessiné sur la sphère, à leurs points correspondants de la terre, diverses étoiles de la voûte céleste. Enfin le géographe a signalé un procédé, nouveau à son avis, mais attribué par d'Avezac à Sébastien Cabot : la détermination de la longitude des lieux à l'aide de la sphère et de l'aiguille aimantée.

Il sortait un assez grand nombre de globes des ateliers de Mercator. On sait, de science certaine, que de 1566 à 1582 il a fourni une trentaine de paires de sphères à Plantin et à Camérarius, de science certaine aussi qu'il préparait les corps globulaires à des époques différentes. Mais peut-on déterminer s'il y a eu plusieurs tirages des feuilles de revêtement? Ou bien sont-ce les planches de 1541 et de 1551, *non retouchées,* qui ont sans cesse servi? La question n'est pas futile.

S'il y a eu plusieurs tirages, trouve-t-on sur un des fuseaux des sphères une date indicatrice quelconque et aussi le tracé des découvertes géographiques faites de 1541 à 1582? Il serait curieux de pouvoir constater si les progrès signalés dans l'*Europe* et la *Mappemonde de 1569,* par exemple, figurent aussi sur les globes de notre auteur.

Quant à nous, nous avons peine à croire que Mercator aura fourni en 1582 une sphère faite avec les fuseaux, *non revisés,* de 1541. Il est regrettable que nous n'ayons rien trouvé à ce sujet. Nos correspondants nous déclarent que toutes les sphères sont identiques.

La Bibliothèque royale à Bruxelles a fait à Gand, en mai 1868, à la vente publique des livres de Benoni Verhelst, l'acquisition d'un carton où se trouvent douze planches gravées par Mercator (1).

Il y a d'abord les dessins de revêtement des masses globulaires des sphères mercatoriennes ; c'étaient les seuls

(1) Bibl. roy. Série II, n° 19527. Le prix d'achat est de fr. 2,75.

vestiges connus à cette date des instruments de l'espèce fabriqués par le géographe rupelmondois. Chacune des sphères terrestre et céleste est représentée par cinq feuilles grand in-folio. Sur une de ces feuilles figurent l'horizon rationnel divisé en quatre segments et deux croquis, en forme de cercles, des régions circompolaires ; sur chacune des quatre autres sont burinés trois longs fuseaux.

La farde renferme encore deux cartouches illustrés, de tous points semblables. Ils sont gravés et de plus petit format que les feuilles des fuseaux. Au centre un petit cercle avec ces mots : *Teutschland mit dem umligenden grenzen, garvlyssich describiert, und im druck auss gegeben, durch Gerardum Mercatorem, des Hochgebornen Fursten und Hern Hertzogen zu Gulich, etc., cosmographum zu Duysburgh.*

Comme cette inscription ne cadre pas avec les sphères, sur lesquelles elle ne saurait d'ailleurs pas trouver place, un des possesseurs du carton a fait graver deux titres qui doivent la recouvrir. Ils sont conçus en ces termes : *Globus terrae Gerardi Mercatoris Rupelmundani*, et *Globus caeli Gerardi Mercatoris Rupelmundani.*

Avec M. Petit, conservateur à la Bibliothèque royale à Bruxelles, nous pensons que les deux cartouches sont absolument étrangers aux sphères.

En 1875, une reproduction photo-lithographique de cette collection de dessins a été faite à deux cents exemplaires, par l'institut cartographique militaire, sur la proposition de M. Van Raemdonck, et grâce à la sollicitude éclairée et aux frais de feu J. Malou, ministre d'État en Belgique.

Toutefois on n'a pas cru devoir reproduire en double le cartouche illustré. Il y a donc 11 feuilles au lieu de 12.

L'Atlas a été publié sous ce titre : *Sphère terrestre et sphère céleste de Gérard Mercator, de Rupelmonde, éditées à Louvain en 1541 et 1551.* — Éd. nouvelle de 1875,

d'après l'original appartenant à la Bibliothèque royale de Belgique. — Bruxelles, M.D.CCC.LXXV, gr. in-f°, 11 feuilles.

Les sphères terrestre et céleste de Gérard Mercator, exhibées le 15 juillet 1875, à l'exposition du congrès géographique à Paris, ont été construites au moyen des fac-similédes fu seaux originaux.

Depuis 1874, on a trouvé des paires de sphères à Vienne (Bibliothèque de la Cour Impériale), à Paris (au musée astronomique de l'Observatoire), à Saint-Nicolas (Belgique, bibliothèque du Cercle archéologique du Pays de Waas), à Crémone (Bibliothèque gouvernementale), à Urbania, appelée jadis Castel Durante, petite ville d'Italie dans les Marches (Bibliothèque municipale), à Nuremberg (Bibliothèque du musée germanique), et à Florence (Bibliothèque gouvernementale). M. Wieser, qui a découvert ces dernières, ne leur reconnaît qu'un intérêt tout à fait secondaire. M. Breusing a signalé à M. Fiorini qu'il n'y avait qu'une sphère terrestre de Mercator à Weimar; il en est de même à Nurenberg (1).

Toutes ces sphères sont montées; mais tous les montages ne sont pas les mêmes ou ne sont pas authentiques.

Comme la généralité des exemplaires connus jusqu'à ce jour sont appareillés, on peut supposer qu'à partir de 1551 les deux sphères se vendaient ensemble.

François Haraeus, d'Utrecht, a édité, en 1617, un globe, *terrestris partimque caelestis,* de $0^{m},23$ à 0,24 de diamètre. Il affirme que c'est une imitation du travail de Mercator.

La sphère terrestre du géographe flamand a été copiée dans la carte portugaise d'André Homem (1558), une des plus anciennes cartes portugaises connues et où la fusion des trois grands bassins fluviaux au moyen du lac Saphat est un fait accompli (2).

Nous regrettons de ne pouvoir pas partager entiè-

(1) Fiorini, *loc. cit.*, p. 380.
(2) Wauters, *loc. cit.*, p. 126.

rement la manière de voir de M. le docteur Van Raemdonck au sujet d'une question se rattachant aux sphères mercatoriennes.

Le biographe de Mercator est d'avis, avec Lelewel, que la sphère terrestre parut « en même temps qu'un opuscule qui en expliquait les différents usages et les différences d'avec les sphères antérieurement publiées par d'autres. L'existence de cet opuscule, que nous n'avons pas pu retrouver jusqu'à présent, se constate par une inscription qui figure sur la sphère même. »

Cette inscription est ainsi conçue : *Ubi et quibus argumentis, Lector, ab aliorum desciverimus editione libellus noster indicabit.*

Pour la sphère céleste, M. Van Raemdonck croit aussi à un petit traité-annexe : « 1° à cause d'une publication analogue pour la sphère terrestre; 2° à cause d'un octroi que Mercator obtint, le 20 avril 1551, de la chancellerie du Brabant, pour pouvoir imprimer et vendre des livres. »

Nous ne croyons pas ces arguments suffisants. Le privilège peut parfaitement avoir été accordé au traité *Literarum latinarum..... scribendarum ratio,* dont le succès était grand.

L'inscription faite sur la sphère n'implique pas, nous semble-t-il, sa publication. L'auteur ne dit pas *indicat,* ce qui eût été la preuve péremptoire de son apparition et de son adjonction à la sphère, mais *indicabit,* ce qui n'est qu'une présomption que l'opuscule aura été rédigé.

D'ailleurs ne serait-il pas étrange que les deux opuscules fussent irrémédiablement égarés, alors qu'on retrouve des sphères et surtout des cartes, objets si fragiles? Plus étrange encore que Mercator n'en parlât jamais dans ses lettres à Camerarius auquel il fournissait des sphères, et que Ghymmius, toujours si bien renseigné, n'en dise mot dans sa biographie.

Et puis, si l'opuscule de Mercator a été imprimé et a été d'un usage courant, nous ne comprenons pas la

publication d'un travail sur la sphère, faite en 1563 par son fils Barthélemi Mercator. Il semble en effet qu'il y ait des liens de parenté entre les deux petits traités (1).

Il est arrivé à Mercator, comme à beaucoup d'auteurs trop absorbés, d'annoncer des publications qu'il avait conçues, voire même commencées, mais qu'il n'a jamais mises au jour. Ainsi en est-il de sa *Géographie ancienne,* dont il est question dans le traité *De mundi creatione ac fabrica;* ainsi encore d'une *Carte d'Europe* promise en 1538 dans une légende de l'*Orbis imago.*

Pour terminer, nous faisons nôtre, mais en l'appropriant à la circonstance, ce que M. Van Raemdonck disait en 1885 de la *Petite Europe de 1538* : « On peut supposer ou que la promesse n'aura pas été tenue, ou que cette carte, quoique exécutée, n'aura jamais été livrée au commerce. »

Pendant son séjour à Louvain, Mercator avait fabriqué pour Charles-Quint toute une série d'instruments de mathématiques. A peine installé à Duisbourg, il fut en 1552 appelé à construire pour le monarque un anneau astronomique et un système de deux petits globes, vrai joyau artistique.

L'anneau astronomique, composé de quatre cercles ordinaires (méridien général, méridien mobile, équateur, cercle à pinnules) et d'un cinquième faisant l'office de l'horizon, le disputait, au dire de Pierre Beausardt, professeur à l'université de Louvain, à l'astrolabe, tant pour le nombre que pour la sûreté de ses usages.

Quant au système de deux sphères, l'une, soufflée du plus pur cristal et armée du méridien et d'autres appareils, représentait le firmament, enchâssé des foyers lumineux que le Créateur sema dans l'espace. Son centre était

(1) *Breves in sphaeram meditatiunculae,* includentes methodum et isagogen in universam cosmographiam, hoc est geographiae pariter atque astronomiae initia ac rudimenta suggerentes. Anno MDLXIII.

Il existe un exemplaire de ce travail à Madrid, et à Londres (Bibliothèque de la Société royale de géographie).

occupé par la seconde sphère. Elle était faite en bois et représentait notre planète.

Les instruments sont perdus, mais on connaît deux copies de l'opuscule inédit, adressé à l'Empereur sous forme de lettre, et qui doit leur avoir servi d'annexe.

Il a pour titre : *Declaratio insigniorum utilitatum quae sunt in globo terrestri, coelesti, et annulo astronomico, ad invictissimum Romanum Imperatorem Carolum quintum.*

La première copie a été découverte en 1866, par M. Ruelens, conservateur à la Bibliothèque royale à Bruxelles; elle se trouve à la Bibliothèque Ambrosienne à Milan, dans un codex in-f°, coté 107 R. Sup., qui contient divers opuscules. Le travail de Mercator figure sous le n° 8 : *L'Opuscolo di Mercatore.* Il ne compte que quatorze pages.

M. Van Raemdonck, informé de la découverte de M. Ruelens, obtint de l'abbé Gatti une copie du manuscrit et la publia, en 1868, dans les *Annales du Cercle archéologique du Pays de Waas* (1).

Le savant bibliothécaire, après avoir confronté l'écriture de *L'Opuscolo* avec le fac-similé de la signature de Mercator, déclara que le manuscrit de l'Ambrosienne n'était pas de la main de Mercator. L'écriture est italienne et postérieure au géographe rupelmondois d'environ un demi-siècle, comme l'indiquent le papier et la conformation des lettres.

M. Fiorini, au cours d'un travail sur Mercator, a demandé, au sujet de cette copie, des renseignements au bibliothécaire actuel de l'Ambrosienne, le savant abbé Ceriani. Celui-ci lui a répondu qu'elle est d'une écriture italienne de la seconde moitié du XVIe siècle, qu'elle appartient à un miscellanée de la bibliothèque Pinelli, et qu'elle ne peut donc pas être postérieure à 1601.

La bibliothèque de Jean Vincent Pinelli, mort à Padoue en 1601, avait été transportée à Naples, où elle

(1) Br. in-8°, 30 pp. L'introduction va de la p. 3 à la p. 14.

fut vendue au cardinal Frédéric Borromée, fondateur de l'Ambrosienne.

L'Italie possède une seconde copie, plus authenthique, de l'avis de M. Fiorini, de l'opuscule mercatorien. Elle appartient à M. le Dr Ferdinand Jacoli, professeur à l'école royale des mécaniciens de la marine italienne à Venise. Il l'a achetée à Milan vers 1883 ou 1884 au libraire Pierre Vergani, aujourd'hui décédé. Elle est reliée avec le travail d'un autre auteur. M. Jacoli ignore d'où Vergani tenait ce beau document. Il est regrettable que le manuscrit ne porte aucune indication permettant d'en reconnaître les anciens propriétaires.

Le professeur de Venise y voit une écriture de la seconde moitié du XVIe siècle. L'abbé Ceriani, auquel M. Fiorini a communiqué la photographie d'une page du manuscrit, croit l'écriture du XVIe ou du commencement du XVIIe siècle. Malgré son élégance plus accusée, elle est du même type que l'écriture de la première copie. Les deux copies présentent quelques variantes. Nous n'en citerons qu'une.

Au verso de la première page (copie de Venise), on lit à la partie supérieure : *Explicatio praecipuorum et magis difficilum* (sic) *quae sunt in globo terrestri.* Cette indication manque à la copie de Milan, où M. Van Raemdonck a inscrit ces mots : *De usu globi terrestris.*

La même signature figure à la fin des deux copies : *Sacratissimae Majestati Tuae Gerardus Mercator Rupelmundanus servus humillimus.*

Comme on a pu le remarquer, depuis 1540 Mercator n'a plus construit une seule carte. On sait simplement qu'en 1541 et 1543, il a levé le plan de quelques propriétés privées, et qu'il a continué la fabrication de ses instruments.

En octobre 1554, il a publié à Duisbourg la première édition de sa *Carte d'Europe,* dont la gravure avait été com-

mencée à Louvain. Grâce aux registres de la comptabilité du libraire Plantin, conservés au musée Plantin-Moretus, à Anvers, le Dr Van Raemdonck, le savant le plus versé en littérature mercatorienne, a établi qu'elle a surpassé en vogue toutes les autres cartes du géographe flamand. De 1558 à 1576, il en a été fourni à Plantin huit cent soixante-huit exemplaires enluminés. C'est un exemplaire de cette édition, le seul connu jusqu'à ce jour, que M. Heyer vient de découvrir. Il forme la perle de la trouvaille de Breslau.

On connaissait déjà la *Weltkarte;* quant aux *Iles Britanniques*, elles n'ont pas été dessinées par Mercator. L'*Europe*, au contraire, appartient tout entière au glorieux enfant de Rupelmonde, tant pour la construction que pour la gravure.

La carte a pour titre : *Europae descriptio*, et porte cette dédicace, surmontée d'armoiries : *Reverendiss. et illustriss. Domino D. Antonio Perrenot Atrebatensium Episcopo Imp. Caroli V Augusti primo Consiliario Literarum Studiorumq. omnium Unico Fautori Gerardus Mercator Rupelmundanus Dedicabat.* On lit la signature dans le coin inférieur gauche de la carte : *Absolutum divulgatum est opus Duysburgi anno Dni 1554, mense octobri, per Gerardum Mercatorem Rupelmundanum.*

Il règne autour de la carte un cadre large de $0^m,06$ où s'étalent des scènes de la vie des Faunes. Sur toute la surface, comprise entre les parallèles 30° et 70° lat. N., ou 28° 20′ et 75° lat. N., en tenant compte des parties extrêmes, l'auteur, pour faciliter la vente de sa carte et répondre à un usage établi, a disséminé des figurines et des cartouches enrichis de notes historiques et géographiques.

D'après les calculs de M. Heyer, la carte est dressée à l'échelle moderne du 1/4 280 000, plus exactement 1/4 281 023. Elle a été collée sur toile par quelque main inexpérimentée qui lui a laissé de nombreuses rides, et elle a été coupée, avant complète siccation, en deux parties dans le sens de l'équateur.

Il est résulté de ces opérations ou de ces mutilations, qui ne sont nuisibles, il est vrai, à l'usage d'aucune partie du document, une différence dans la longueur des côtés parallèles de la carte. Les côtés nord et sud mesurent $1^m,583$ et $1^m,59$; les bords est et ouest $1^m,324$ et $1^m,319$.

MM. Van Raemdonck, Breusing et Heyer estiment que cette œuvre de Mercator est composée de six, huit et quinze planches en cuivre. M. Heyer semble avoir raison. La division en segments est donc bien l'œuvre du géographe, et non du possesseur de la carte.

Dans l'angle inférieur de droite on lit, tracées d'une écriture cursive, les lettres ou la signature *k e p*. C'est le signe qu'un des possesseurs de la carte employait pour la classer dans ses collections.

Dans l'étude des cartes du XVIe siècle, époque de rénovation pour la cartographie, il est deux choses capitales à observer : la projection et le premier méridien.

Jusqu'à ce jour il n'existait aucune certitude sur la projection employée par Mercator pour son *Europe*. Il manquait un élément essentiel d'appréciation : la carte.

Il y a vingt ans, d'Avezac estimait que l'*Europe* de 1554 était établie sur la projection du cône sécant, appelée par lui projection conique à double section (1). Son opinion était basée sur l'étude de la *Carte d'Europe* que Rumold, fils de Gérard Mercator, avait faite d'après la grande carte de son père. Mais le témoignage tiré de la projection de ce document n'est pas probant. Car Rumold peut avoir travaillé d'après l'*Europe de 1572*. En 1869, M. Breusing ne se rallia pas à cette façon de voir (2). Il avait en effet trouvé dans les *Exercices* de Thomas Blundeville (3), écrit pédagogique de la fin du XVIe siècle, une

(1) *Coup d'œil historique sur la projection des cartes géographiques.* BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, 1863, janvier-juin, pp. 317-320.

(2) *Loc. cit.*, p. 23.

(3) *Exercices contayning eight Treatises.....* which Treatises are very necessary to be read and learned of all yonng gentlemen..... desirous to have knowledge as well in Cosmographie, Astronomie and Geographie, as also in

description, faite *de visu,* de la *Carte d'Europe de 1554;* or il y est dit que les méridiens sont curvilignes. L'hypothèse de la projection du cône sécant ne pouvait donc plus être admise.

Mais quelle est alors la projection employée? De l'examen de la carte et du témoignage, peut-être pas assez précis, de Mercator (Légende *Benevolo lectori*), M. Heyer conclut à l'emploi de la projection cordiforme simple. Mercator restait ainsi fidèle aux principes fondamentaux, qu'il avait appliqués pour l'établissement du canevas de son *Orbis imago.* On sait toutefois qu'ici la projection cordiforme était double.

Si Mercator nous met sur la trace de la projection qu'il a employée, il n'en est pas de même pour son premier méridien. C'est donc par voie indirecte, c'est-à-dire par l'examen de la carte et par le calcul, que nous en aurons la clef.

Il est hors de doute que le premier méridien passe par une des îles de l'océan Atlantique. On ne voit pas laquelle, car dans la partie sud-ouest de la carte, nous n'avons aucune indication à l'ouest de l'île de Porto Santo, située par environ 5° long. E. et 30° lat. N.

Après avoir appris du navigateur François de Dieppe que l'aiguille aimantée accuse la direction du nord aux îles du Cap Vert, Mercator établit sa *Carte du monde* sur le méridien commun à trois de ces îles, Mayo, Bonavista et Sal, échelonnées entre 15° et 17° lat. N. Ce méridien coupe le groupe des Açores en laissant Saint-Michel et Sainte-Marie à l'est, Tercera et les autres îles à l'ouest.

Le cap Finistère et le cap Vincent ont une longitude orientale de 12°25′ et 13°12′ sur la *Weltkarte,* et de 10°25′ et 11°12′ sur la *Carte d'Europe.* C'est une différence de 2°. Or, la pointe Est de l'île de Fer se trouve à peu près à

the Art of Navigation. The sixth edition corrected and augmented. London 1622, in-4°. — Il y au moins sept éditions, dont quatre portent les dates de 1594, 1597, 1622 et 1636, 7e éd.

cette distance du méridien initial de la *Weltkarte*. Donc les longitudes de la *Carte d'Europe de 1554* sont comptées du méridien de cette dernière île. Mercator fait donc, à l'exemple de Ptolémée, une nouvelle application des îles Canaries ou Fortunées.

Nous avons déjà dit qu'il est difficile de connaître exactement les sources cartographiques auxquelles Mercator recourut. Si elles ne sont pas toutes perdues, la plupart cependant sont encore ignorées.

Pour la partie septentrionale de la *Carte d'Europe*, on sait depuis peu les documents principaux utilisés par le géographe.

En 1886, M. le Dr Oscar Brenner a découvert, dans la mappothèque de la bibliothèque de la ville de Munich, la carte des contrées septentrionales de l'Europe, publiée en 1539 par Olaus Magnus sous le titre de *Carta marina*. Ce trésor géographique, accompagné d'une courte notice, a été reproduit sans retard en phototypie au 1/3 de l'échelle.

Il suffit de comparer l'Islande, le Groënland, le Jutland, la Finlande tracée par Olaus Magnus, avec les cartes de Ziegler (1532), de Bordone (1547), de Pedrezano (1548), pour constater, chez ceux-ci manque de précision, chez le premier au contraire recherche de la vérité, représentation, fort fidèle pour l'époque, de la contexture de ces pays du nord de l'Europe, et surtout richesse incomparable de renseignements pour l'ethnographie et l'histoire de la civilisation.

Malgré ses qualités, cette carte n'eut pas une influence immédiate sur la cartographie du XVIe siècle ; elle n'échappa cependant point à l'œil vigilant et à l'esprit attentif de Mercator. Lorsqu'on met les deux cartes en présence, on se convainc que la partie orientale de la presqu'île scandinave ainsi que le pays situé à l'est de la chaîne dorsale de cette presqu'île concordent jusque dans les moindres détails oro- et hydrographiques.

Une autre source à laquelle puisa le géographe est la *Syria*, etc., de Jacques Ziegler, parue en 1532, à Strasbourg, chez Pierre Opilio, et dont la huitième carte donne la *Schondia*. La contexture des côtes occidentales de la Scandinavie, les îles avoisinantes, et surtout la description des fjords de Drontheim, qui manque chez Olaus, sont semblables chez les deux auteurs.

On peut regretter que Mercator n'ait pas aussi utilisé les quatre cent quatre-vingts positions astronomiques de la Scandinavie, données par Ziegler ; plus que toutes les autres elles serrent de près la vérité. Il aurait ainsi évité de comprendre la Schondia entre les parallèles 57° et 75° lat. N., tandis que Ziegler ne porte l'orientation la plus septentrionale que jusqu'au parallèle 72° lat. N.

Nous avons déjà dit qu'une description, détaillée et soignée, de la *Carte d'Europe de 1554* a été donnée par Master Thomas Blundeville. M. Heyer consacre à cette pièce la majeure partie de son étude (pp. 381-389 ; 474-487 et 507-513, reproduction de treize légendes) ; il y joint comme annexe une modeste réduction de la carte au 1/4 de l'échelle et sans légendes.

M. Heyer estime que l'*Europe* de Mercator a été mise à profit pour la carte, sans titre et en allemand ($0^m,35 \times 0,46$), de l'*Olaus historia*, Bâle, 1567.

En 1572, Mercator a donné une seconde édition de son *Europe*, rectifiée et complétée. On n'en connaît pas d'exemplaire. La seule trace matérielle de cette carte se trouve, accompagnée d'une traduction anglaise, dans Richard Hakluyt, *The Principal Navigations... of the English Nation* (1). C'est la légende où Mercator donne sommairement les raisons qui l'ont décidé à une seconde édition de son *Europe*. Nous nous complaisons à la consigner ici. *Magnam occasionem certamque rationem emendandae Europae nobis attulit celeberrima Anglorum per Cronium*

(1) London, 1599-1600, 3 vol. in-8°, t. I, p. 513.

mare navigatio : quae littora septentrionalia Finlappiae Moscoviaeque juxta coeli situm, mundique plagos digesta habet. Exacta etiam urbis Moscuae latitudo ab Anglis observata, interiorum Regionum emendatius describendarum infallibilem legem praescripsit : quibus oblatis adminiculis pulcherrimis, iniquum putavi tabulam hanc castigatiorem non reddere.

Rumold a fait une réduction, la seule connue jusqu'à ce jour, de la carte de son père. Elle est construite sur la projection conique à double section et dressée sur le méridien des îles du Cap Vert. Elle figure dans la troisième partie de l'*Atlas*, parue en 1595, et dans toutes les éditions suivantes.

La période qui s'étend de 1554 à 1564 est plus pauvre encore en productions cartographiques que celle de 1541 à 1554. On ne signale absolument aucune œuvre de Mercator. Heureusement qu'à partir de 1564 il n'y aura plus de grands vides. Cette année même est marquée par la publication de deux cartes : le *Duché de Lorraine* et les *Iles Britanniques*. Il est impossible de déterminer quelle est la première en date. La chose est d'ailleurs de nulle importance.

Lotharingiae ducatus. Tel est le titre d'une chorographie autographe du duché de Lorraine faite par Mercator. Elle appartient tout entière à l'auteur. Il en fit le levé en 1563, à la demande du duc Charles II. Le dessin à la plume fut terminé en 1564 et remis au prince par le géographe lui-même.

Cette carte n'a jamais été publiée, croyons-nous. En tous cas, elle ne l'était pas le 25 mars 1575. A cette date, Antoine Piso, à qui Ortélius avait demandé une carte de la Lorraine, lui répondit : *Hanc* (tabulam chorographicam Lotharingiae) *ante aliquot annos, hic delineavit Gerardus Mercator, sed eam Princeps sibi habet, nondum publicatam* (1).

(1) Hessels. *Abrahami Ortelii.. Epistulae*, p. 126, n° 6.

On savait que la *Carte des Iles Britanniques,* tout comme l'*Europe,* avait été imprimée; mais on n'en connaissait pas de spécimen, avant l'heureuse découverte de M. Heyer.

Elle a pour titre : *Angliae, Scotiae et Hiberniae nova descriptio.* Elle est encadrée sans luxe aucun et ne porte aucune trace de graduation ou de projection. A la partie inférieure on lit à gauche cette légende : *Absolutum et evulgatum Duysburgi anno Domini 1564,* et à droite ces quatre lettres en écriture cursive *k ü n e.* Nous avons déjà dit le sens de ces signatures.

La gravure se compose de 8 planches. Y compris l'étroit encadrement, la carte mesure $1^{m},285 \times 0,89$. Elle est comprise entre 48° 30′ et 59° 30′ lat. N., et 10° 30′ et 2° long. O., et construite à l'échelle du 1/1 153 632 ou 1/1 500 000. Au sud, elle embrasse toute la Manche et une portion de la Bretagne et de la Normandie; au nord, au contraire, elle s'arrête brusquement à Papa Westra (Pappa chez Mercator), la plus septentrionale des îles Orkneys; elle ne comprend donc pas l'île Fair du groupe des Shetland.

Il est de règle dans la cartographie de se conformer au principe de l'orientation septentrionale; Mercator y a dérogé dans les *Iles Britanniques.* L'ouest se trouve au bord supérieur de la carte.

De droite et de gauche se trouvent quelques légendes et cartouches. Dans un de ces cartouches : *Gerardus Mercator lectori salutem,* l'auteur nous apprend que le dessin de la carte, fort soigné et fort exact, n'est pas de sa composition, mais lui a été offert par un ami intime, pour qu'il l'arrangeât d'après son procédé et le répandît à un grand nombre d'exemplaires. Ce procédé était la gravure sur cuivre. Mercator n'a fait qu'ajouter quelques descriptions fort nécessaires au géographe pour la connaissance particulière des pays.

Cette carte, entièrement enluminée, est différente des

Cartes des Iles Britanniques de l'*Atlas*, qui sont réduites à un petit module et n'ont été gravées qu'entre 1589 et 1595, époque de leur publication.

M. Heyer est d'avis qu'une réduction de la carte (au 1/3 environ de l'édition originale) se trouve dans le *Theatrum orbis terrarum* d'Ortélius (Éditio princeps 20. V. 1570, feuille 6). Il ajoute cependant que le dessin s'écarte passablement de celui de Mercator, tandis que les textes sont fort apparentés. Suivant sa coutume, Ortélius n'indique pas les sources de sa rédaction. Mais pourquoi aura-t-il préféré la copie de Mercator à la carte de Humfred Lhuyd ?

Au début de sa carrière, Mercator avait publié une mappemonde qui mérita des éloges. En pleine efflorescence de talent il reprit le même sujet et publia la *Nova et aucta orbis terrae descriptio ad usum navigantium emendate accomodata.*

Elle parut à *Duysburgi an. D. 1569, mense augusto.* La dédicace, surmontée des armoiries du duc de Juliers, est ainsi libellée : *Illustriss. et clementiss. Principi ac Domino, D. Wilhelmo Duci Juliae, Clivorum et Montis, comiti Marchiae et Ravensburgi, Domino in Ravenstein opus hoc felicibus Ejus auspiciis inchoatum atque perfectum Gerardus Mercator dedicabat.*

Cette carte est illustrée comme l'*Europe de 1554*, mais l'encadrement est moins riche ; il est orné de nombreux médaillons indiquant l'orientation ; les inscriptions sont en flamand, sauf celles relatives au nord, au sud, à l'est et à l'ouest qui sont en plusieurs langues.

Il y a en tout trente-neuf légendes ; elles n'ont pas toutes la même importance.

A la feuille 10 de la reproduction berlinoise, se trouve la majeure partie de l'Europe. Perdue dans un modeste coin, la Belgique avec Antwerpen, Luyc, Namen, Loven, Tornay, Ghendt, le cours de l'Escaut et de la Meuse.

La carte trouvée à Breslau mesure $2^{m},08 \times 1,31$. Celle de Paris a $2^{m} \times 1,32$. Il n'y a pas concordance avec les

chiffres de d'Avezac : $2^m \times 1,26$. A l'intérieur du cadre les dimensions (Breslau) sont : $1^m,99 \times 1,21$.

MM. Van Raemdonck et Breusing pensent que la carte ne comprend que huit planches. M. Heyer croit plutôt qu'il y en a vingt-quatre. De même que la *Carte d'Europe* et des *Iles Britanniques*, la *Weltkarte* porte une signature dans son angle inférieur droit. Ce sont quatre lettres manuscrites *k a p o*.

Quoique Mercator ne cite pas les auteurs, chez lesquels il devait nécessairement glaner, on est cependant parvenu à en découvrir quelques-uns.

On sait déjà que les régions septentrionales de l'*Europe de 1554* ont été dressées en partie sur des renseignements fournis par Ziegler et Olaus Magnus. Tout cela a été reproduit sur la *Carte du monde*, mais avec moins de détails, vu que l'échelle est beaucoup plus petite.

Pour l'Afrique centrale, Mercator met à contribution la mappemonde d'Hylacomilus, comme il avait fait pour sa sphère de 1541. Les grandes lignes sont les mêmes, mais une légère modification de tracé apportée à cette sphère en modifie complètement l'hydrographie. Le Gomormager et le Hélaste sont devenus le *Cuama* et le *Spirito Santo*. Ils forment les deux bras inférieurs du Zambéré, l'émissaire du lac central le Saphat. On devine l'influence de l'historien portugais Barros (1). Le *Manicogo*, sous le nom de *Zaïre*, est devenu l'émissaire occidental du lac. Enfin un troisième bras, dirigé vers le nord, relie le Saphat au Nil.

Cette carte marque un grand progrès sur ses devancières. La côte occidentale d'Afrique, mal décrite par Ptolémée, est entièrement rectifiée. L'Asie est limitée comme sur la sphère de 1541, mais elle n'est plus reliée aux terres circompolaires. Mercator croit donc maintenant à l'existence d'une mer libre tant à l'est qu'à l'ouest, pour aller au Cathai.

(1) Wauters, *loc. cit.*, p. 127.

Les terres boréales n'ont plus la même physionomie qu'en 1538 et 1541. Mercator admet l'idée due à Nicolas de Lynn, et propagée par Jacques Knoyen, de Bois-le-Duc, et Giraldus, du Pays de Galles. Autour du pôle nord se dresse une puissante masse noire de trente-trois lieues de circuit, entourée de quatre îles, que séparent des bras de mer par où les eaux sont entraînées avec violence vers un gouffre intérieur. Cette conception bizarre n'a disparu que dans la première édition de l'*Atlas* mercatorien publié en 1606 par Josse Hondius.

Le tracé des terres australes ne diffère pas sensiblement de celui de la sphère de 1541.

Il existe un bras de séparation entre l'Asie et l'Amérique : *El Streto de Arian* (le détroit actuel de Behring).

La *Nova India,* mise au courant des principales découvertes faites de 1541 à 1569, commence à se dessiner. Signalons la séparation du Groënland de l'Amérique ; le golfe Saint-Laurent et les fleuves qui s'y déversent ; le cours complet de l'Amazone et du Rio de la Plata, etc. C'est surtout pour l'Amérique septentrionale que les indications se font nombreuses et précises. Il y a certes des erreurs à signaler ! Mais quels progrès cependant et quelle supériorité sur les cartographes contemporains de Mercator, chez lesquels on ne rencontre qu'une image déformée du Nouveau Monde !

Ce qui fait la grande valeur de cette carte, c'est le choix du premier méridien, et particulièrement de la projection sur laquelle elle est construite.

Vers le milieu du XVIe siècle il était de règle pour les cartographes de compter les longitudes à partir du méridien commun à l'aiguille aimantée et au pôle du monde, donc celui du lieu de la terre où l'aiguille se dirige droit vers le pôle nord.

Au retour d'un voyage au long cours, un pilote nommé François, originaire de Dieppe, avait annoncé que ce phénomène s'observait aux îles du Cap Vert, Sal, Maijo

et Bonavista. Confiant dans ce témoignage, Mercator, le premier parmi les cartographes, fit passer par ces îles le premier méridien de son *Planisphère de 1569*.

La *Weltkarte* est éminemment une carte marine. Cela ressort de la projection employée et des explications données par Mercator lui-même. Les mappemondes connues au temps de Mercator n'étaient d'aucune utilité à la grande navigation maritime, car leurs méridiens sont des lignes courbes. A cause de cette courbure, les navires qui se dirigent constamment vers un même point du compas, pourvu que ce ne soit pas un des quatre points cardinaux, décrivent sur le globe une *courbe* qui tourne en spirale à l'infini, et s'approche toujours du pôle sans jamais y arriver.

Cette courbe s'appelle loxodrome. L'honneur d'avoir trouvé sa définition théorique revient à Pierre Nuñez (Nonius), mathématicien portugais du XVIe siècle. La difficulté de mesurer avec le compas l'arc d'une de ces courbes empêche presque le marin de tracer sur la carte la route qu'il a suivie, ou celle qu'il lui reste à faire.

On a cherché à parer à cet inconvénient. A cet effet, on a supposé la surface sphérique formée d'éléments infiniment petits, et on les a développés tout en veillant à leur parfaite similitude et dans une proportion telle que les parallèles soient égaux à l'équateur. La figure obtenue est une surface cylindrique, tangente à la sphère suivant son équateur. Déroulée, cette surface donne une carte plate où les méridiens sont des verticales parallèles et équidistantes, et les parallèles des perpendiculaires aux méridiens. Si de pareilles cartes marquaient un progrès, elles présentaient néanmoins de graves inconvénients. Il suffira de mentionner l'accroissement progressif des degrés de longitude à partir de l'équateur et le maintien irrationnel de la longueur des degrés de latitude. Comme ces cartes étaient une calamité entre les mains des marins, Mercator étudia le remède à apporter au mal. Il introduisit

dans le canevas une modification d'une grande simplicité, mais de conséquences immenses.

Le géographe était convaincu que les marins n'employaient pas la carte pour connaître la figure des pays (1), mais seulement pour y tracer exactement, d'après sa longueur et sa direction, le chemin qu'ils ont fait, ainsi que la distance des diverses côtes et la direction voulue pour y arriver ou pour les éviter. Aussi n'hésita-t-il pas, pour compenser l'écartement anormal des méridiens, à faire subir un accroissement proportionnel aux intervalles existant entre les parallèles (2).

C'est cette invention qu'on appelle *projection à latitudes croissantes*.

Toutes les directions qui, sur la surface du globe, coupent les méridiens sous le même angle, sont représentées sur la projection mercatorienne par des droites coupant sous le même angle les lignes correspondantes aux méridiens terrestes.

Un navire qui fait sans cesse voile vers le même point du compas décrira donc sur la carte une simple ligne droite au lieu de la ligne loxodromique. Il y aura, comme le remarque M. Van Raemdonck, simplification dans les opérations du calcul et facilité dans la détermination des directions et des distances.

Le tracé de cette projection (3) ne présente d'autres difficultés que la construction de l'échelle des latitudes. On a dressé à cet effet, à l'aide du calcul intégral et en tenant compte de l'aplatissement de la terre, des tables de latitudes croissantes. Ce nom leur vient évidemment de l'augmentation qu'éprouve, dans ces tables, la longueur de chaque degré de latitude, à mesure qu'il se rapproche du pôle.

(1) Malte-Brun, *Précis de la géographie universelle*. Bruxelles, 1829, p. 274b.

(2) d'Avezac, *loc. cit.*, 1863, p. 315.

(3) Malte-Brun, *loc. cit.*, p. 274b et 274c.

On ne doit pas chercher, dans les cartes construites sur cette projection, les rapports d'étendue des pays, ni l'exacte image de leur configuration. Elles ne doivent être en effet que des instruments destinés à résoudre graphiquement les principales questions du pilotage, au moyen des procédés géométriques ou des calculs enseignés dans les traités de navigation.

Dans le principe, la découverte qui devait immortaliser Mercator ne fut pas goûtée des marins. Édouard Wright, mathématicien anglais, est le premier auteur qui mentionne une carte dressée sur la projection à latitudes croissantes (1). Mais cette projection finit par s'imposer; perfectionnée et rectifiée sans cesse dans les détails, elle est devenue d'un usage général pour l'hydrographie.

On a contesté jadis à Mercator la paternité de son invention pour l'attribuer à Édouard Wright.

C'est que Mercator n'avait fait qu'indiquer, sans donner de procédés de calcul, la règle de l'accroissement progressif des degrés de latitude. Il dit en effet dans la légende *Inspectori S.*, qui figure sur les planches 1 et 2 de la *Weltkarte : Gradus latitudinum versus utrumque polum paulatim auximus pro incremento parallelorum supra rationem quam habent ad aequinoctialem*. Il n'y a là ni formule, ni loi mathématique. Celle-ci est due à Édouard Wright. Vers 1590, il détermina les longueurs des lignes représentatives des degrés du parallèle et du méridien suivant cette loi fort simple : la circonférence d'un parallèle et celle d'un méridien sont entre elles comme le cosinus de la latitude du parallèle et le sinus total, ou comme le sinus total et la sécante de latitude. C'est en 1599 que cette loi fut publiée dans les *Errors in Navigation*.

La projection dont nous nous occupons est appelée, du

(1) *Certain Errors in Navigation Detected and Corrected*. London, in-4°. On signale sept éditions de ce travail, entre autres celles de 1599 (la 1re), 1610, 1657.

nom de son inventeur réel ou supposé, projection de Mercator ou projection de Wright; d'après sa destination, projection des cartes marines; d'après la petite étendue de terrain généralement représentée, projection des cartes réduites; d'après un usage universel et exclusif pour la marine espagnole, projection *esferica;* enfin d'après sa nature, projection à latitudes croissantes.

Jusqu'à ce jour on connaît de la *Weltkarte : A)* Deux exemplaires sortis des ateliers de Mercator. Ils sont conservés à la Bibliothèque municipale de Breslau et à la Bibliothèque nationale, à Paris, section des cartes et documents géographiques (kl. 147). Ce dernier exemplaire provient de la collection de Julius Klaproth. — *B)* Des reproductions modernes, à grandeur de l'original, de ces deux exemplaires. Le savant Jomard, de l'Institut de France, conservateur à la section géographique de la Bibliothèque nationale, à Paris, a fait graver un fac-similé en huit planches (pl. 75 à 82) de l'exemplaire faisant partie des documents confiés à ses soins. Elles figurent dans *Les Monuments de la géographie ou Recueil d'anciennes cartes européennes et orientales.....* Paris, 1854-1857. Ce travail, dont le prix de publication était fort élevé, est rare et ne se trouve que dans quelques grands dépôts littéraires. Il est fâcheux que Jomard ait négligé les dessins marginaux, et les légendes si indispensables à l'étude de la carte. Quelques-unes cependant ont été tirées en petit nombre comme épreuves. En 1871, M. Boselli, juge au tribunal civil de la Seine, et Mme Boselli, fille de Jomard, ont fait don à la ville d'Anvers, à l'occasion du congrès des sciences géographiques, d'un fac-similé complet, *sur toile,* de la mappemonde de Mercator. Il est emprunté aux *Monuments de la géographie* de Jomard. Les légendes, dont une partie était restée en blanc, ont été complétées au moyen d'une autographie très exacte. — L'Imprimerie impériale et la Société de géographie de Berlin ont voulu faire mieux que leur prédécesseur. La

photographie a reproduit intégralement l'original. — *C)* Divers agrandissements, réductions ou imitations. Citons : 1° *Orbis terrae compendiosa descriptio quam ex magna universali Gerardi Mercatoris.....* Rumoldus Mercator fieri curabat. Anno M.D.LXXXVII. Cette carte est insérée dans l'*Atlantis pars altera*, publiée en 1595 (réduction); — 2° *Africa, ex magna orbis terrae descriptione Gerardi Mercatoris desumpta,* studio et industria G. M. (Gerardi Mercatoris) Junioris (réduction); — 3° *Asia, ex magna orbis terrae descriptione Gerardi Mercatoris desumpta* studio et industria G. M. junioris (réduction);— 4° *America sive India Nova ad magnae Gerardi Mercatoris universalis imitationem in compendium redacta.* Per Michaelem Mercatorem Duysburgensem (réduction); — 5° La réduction sur projection cylindrique dans le *Speculum orbis terrarum* de C. de Jode en 1593; — 6° *Nova totius terrarum orbis geographica et hydrographica tabula*, auct. Gul. Janssonio, 1606. Elle est dédiée à Corneille, fils de Pierre Hoost. On y lit cette légende : *Excudebat Gulielmus Janssonius Amstelodami sub signo Solarii deaurati* (contrefaçon) (1) ; — 7° *Nova totius terrarum orbis geographica ac hydrographica tabula* a Petro Koerio (contrefaçon). Kœrius a fait croire qu'il était l'auteur de cette carte. Son rôle s'est borné à regraver le planisphère de Janssonius dont il a complété l'Amérique méridionale. A l'*excudebat* et à la dédicace on a substitué ces mots : *a)* Hae regiones cuidam hispano apparuerunt, cum disjectus a classe, in hoc australi vagaretur oceano; — *b)* Amstelodami excudebat Joannes Janssonius. Cette carte a remplacé son modèle, car elle figure dans l'*Atlas* janssonien de 1638 (contrefaçon); — 8° La planche en cuivre de la carte dédiée à Corneille Hoost n'avait pas été détruite. Usée, elle a été mal retouchée, en plusieurs points, par un burin doux, augmentée

(1) Nous extrayons les détails concernant cette carte et les deux suivantes de Lelewel, *loc. cit.*, t. I, pp. C-CI.

pour l'Amérique méridionale seulement et signée *J*[a] (Josua) *Vanden Ende sculpsit.* Sous la dédicace à Hoost, la date et le nom de Janssonius sont limés et remplacés par ces mots : Guilj. Blaeuw. *L'excudebat* devient : *Excudebat Gulielmus Blaeuw sub signo Solarii deaurati.* Le mot *auctore* est suivi du nom : Guiljelmo Blaeuw. Cette carte se trouve dans l'*Atlas* de Jean Blaeuw de 1647, 1649 et peut-être aussi 1642. Remarquons que Guillaume Blaeuw mourut en 1638. C'est donc son fils Jean qui lui attribue la paternité de la planche due à Janssonius (contrefaçon); — 9° *Typus orbis terrarum,* dans *La Cosmographie universelle de tout le monde....* Auteur en partie Munster, mais... enrichie par François de Belle-Forest. A Paris, M.D.LXXV, in-f°, t. I. Cette carte est développée sur le canavas de la mappemonde de Munster et dressée sur le méridien des îles Açores. C'est la carte de Mercator moins riche en détails et modifiée en partie sous le rapport des noms (contrefaçon); — 10° Une contrefaçon de Bernardus Puteanus, de Bruges; Blundeville affirme l'avoir vue ; — 11° La réduction, datée de Bruxelles, le 20 décembre 1851, et faite par Lelewel au 1/8 de l'échelle ou au 1/64 de la superficie de l'original (1). Il a travaillé, non d'après la grande carte de 1869 qu'il n'a pas vue, mais d'après le planisphère et les quatre cartes *(Europa, Asia, Africa, America)* de l'*Atlas* mercatorien. Quoique envoyée à Paris pour être contrôlée sur l'original de la Bibliothèque nationale, cette œuvre de patiente sagacité est incomplète, partiellement inexacte et utilisable à la loupe seulement; — 12° Un petit croquis (carte muette) dans *Encyclopedia britannica.* Ninth edition, 1883, t. XV, p. 521 ; — 13° Enfin une réduction au 1/10, vraie carte muette aussi, publiée par M. Heyer.

Il est de croyance commune que la mappemonde placée en tête du *Theatrum orbis terrarum* d'Abraham Ortélius

(1) *Loc. cit.*, t. I.

de 1570 est faite d'après la *Weltkarte* de Mercator de 1569.

Sans doute Ortélius fait l'éloge de cette nouvelle œuvre dans le texte qui accompagne sa carte. Mais faut-il conclure fatalement à une réduction ou à une imitation de la mappemonde de son ami Gérard ?

Nous pensons au contraire, et nous sommes heureux de la haute approbation du lieutenant-général Wauwermans, juge autorisé en la matière, qu'il est très douteux qu'Ortélius ait copié ou imité Mercator. Il lui aura tout simplement emprunté, pour l'appliquer à sa carte de 1570, la répartition des terres en trois continents introduite dans la *Weltkarte* de 1569.

Les deux géographes ont probablement travaillé d'après un même modèle, dû aux recherches toujours adroites d'Ortélius. Or ce modèle doit être antérieur à l'année 1561, car à cette date l'ami de Mercator avait publié, entre autres cartes volantes, un *Typus orbis terrarum*, dont nous avons vainement cherché un exemplaire, *typus* qui n'est probablement que le précurseur de la carte de 1570, si ce n'est pas cette carte même.

Deux lettres font foi de l'existence de la mappemonde de 1561. Elles ont été adressées par Scipio Fabius à Abraham Ortélius (1). La première est datée de Bologne (Bononie, 16 cal. julii [16 juin] 1561). Elle porte : « ..... typos enim quos ad me mitis et mihi et fratri meo carissimos fore firmiter crede et scito, ejusmodi enim maxime delectamur. Quare eorum precium litteris tuis ad me perscribas vellim, cuique pecunias tibi reddendas dem an instititoribus Simonis Tas qui hic degant an alieni alteri... »

La seconde lettre est datée de Bologne (Bononie, 14 aprilis 1565). On y lit : « Acceperam ante multos menses typum tottius terrarum orbis tua industria et ope excussum. Fuit is mihi gratissimus, tum quia omnia tua mihi jocunda sunt

(1) Hessels. *Epistulae Ortelianae*..... London, 1887, pp. 24-25 et 32-33.

cum propter se ipsum ; ita enim diligenter et exacte omnia sunt descripta ut a multis studiosis et nobilibus rogatus fuerim dari de eis copiam videndi ; quibus cum ego satisfecissem laudarunt quam maxime opus tuum. Ago igitur gratias quas possum maximas. »

Hessels dit au sujet de cette mappemonde (1) : « From the Letter of Scipio Fabius, dated Bologna, 16 june 1561 (N° 11), it is clear that the map entitled : *Typus orbis terrarum*, which Ortelius published as the first map in his Theatrum of 1570, had already appeared before the month of june, 1561, for we cannot doubt that the word « typos » which Fabius uses in § 2, refers to this map, as he alludes to it in more distinct terms in § 2 of his Letter of 14 april 1565 (N° 15) ».

Jusqu'ici aucun auteur n'avait donné un texte exact des légendes. Lelewel les publia après une étude sommaire de la carte (2). M. Breusing a mis une partie des légendes en appendice à la seconde édition de sa conférence; mais comme il a particulièrement étudié la mappemonde au point de vue de la projection, il n'a reproduit que les légendes relatives à cet objet (3). M. Van Raemdonck n'a intercalé que quelques extraits de ces documents dans son étude, longue et aussi intéressante que tous ses travaux d'ailleurs, sur la carte de 1569 (4). M. Heyer seul donne le texte complet des trente-neuf légendes de la mappemonde. On doit lui en savoir gré, c'est rendre service à la science que de fournir aux intéressés des éléments de travail de tous points exacts et précis (5).

On peut dire que la *Weltkarte* forme comme le faîte de l'édifice mercatorien, et comme la ligne de séparation entre deux phases bien distinctes de la carrière scientifique de l'illustre géographe.

(1) *Loc. cit.*, p. XXIV.
(2) *Loc. cit.*, t. I, pp. XCVIII-CI, et t. II, pp. 225-233.
(3) *Gerhard Kremer, gen. Mercator*..... 1878.
(4) *Gérard Mercator, sa vie et ses œuvres*..... pp. 114-139.
(5) *Loc. cit.*, pp. 517-528.

La première phase, de 1534 à 1569, est en quelque sorte la phase de préparation, d'incubation. Mercator consacre toute son activité à la construction des instruments de mathématiques, et produit à des intervalles parfois trop longs, sauf de 1537 à 1540, une carte géographique toujours remarquable. On ne voit pas poindre une idée d'ensemble, une idée-mère dans son travail. Ce sont des parties séparées dont il ne médite pas de former un corps.

A partir de 1569 la situation change. Qu'on nous permette une courte digression pour montrer la vraie place que les travaux géographiques occupent dans les conceptions du savant.

Mercator est trop à l'étroit dans le cercle où il gravite. Son regard s'est porté vers les luminaires suspendus dans les cieux; leur harmonie comme leurs mystères le transportent; il veut remonter à l'origine des choses, tout sonder et approfondir. Le projet est grandiose et digne de tous points de cette intelligence supérieure.

Les premières méditations avaient porté sur une cosmographie où il ne serait question que de la terre et des espaces célestes. Mais ce cadre l'oblige à trop de concessions. Il conçoit donc un vaste plan d'études cosmographiques en *cinq* volumes. Il y traitera de la cosmogonie, du globe, de la genèse du ciel, de la géographie ancienne et moderne, de l'astronomie, de la généalogie et de la chronologie.

Mais laissons pendant quelques instants la parole à Mercator lui-même. Le passage cité pourra paraître long, mais il est capital : il forme la quintessence de la carrière scientifique de l'auteur, et on y voit exposée et condensée toute l'œuvre du maître, avec la plus grande précision et la plus grande lucidité.

Statueram initio duas mundi partes, coelestem nimirum et terrestrem pertractare, et coelestium quidem corporum circuitus, distantias, magnitudines, radiorum projectiones reflectiones et commistiones considerare, terrestris vero

situm, magnitudinem, divisionem, pondus, inaequalitatem, ad mare et coelos habitudinem et hujusmodi plura disquirere, eorumque descriptione cosmographiam absolvi opinabar, verum cum animadverterem hujusmodi descriptionem nihil aliud quam primarum maximarumque mundi partium historiam esse, historiam autem primum in omni philosophiae studio locum et gradum obtinere, cogitavi tum demum recte hanc descriptionem sive mundi historiam institutam fore, si primam hujus machinae originem et praecipuorum ejus partium genesim diligenti contemplatione pervestigarem, ita enim de singulorum natura et potentia facilius judicium futurum esse, et ad recte de mundo philosophandum initium illud dari, quod primum in omni physica consideratione merito esse debet. Itaque a mundi exordio historiam hanc ordiri propositum fuit, et ex primo capite Genesis principia universae naturae scrutari ac rem totam velut ob oro inchoare; sic jam tres operis concepti partes nactus eram, primam mundi genesim, secundam coelestium rerum, tertiam terrae marisque descriptionem. Porro ut vidi Geographiam absolvi non posse, immo ne intelligi quidem recte sine regum qui urbes regnaque condiderunt tempore ordine et successu cognito, accessit quarta pars Genealogicon, in quo dum primam operam collocassem, ne quid ejus ignorantia in reliquis me falleret, deprehendi et hoc opere prius quiddam in inquisitione esse, videlicet temporum certam rationem, quam nunc qua potuimus industria concinnatam et consummatam damus. Igitur quinque jam Cosmographiae tomos concepimus, quorum postremi duo etiamsi ad illam non admodum pertinere cuiquam videri possint, habent tamen necessariam ut dixi appendentiam, et cum duplex tantum sit historia, naturae et rerum gesturum, omnisque descriptio ad alterutram pertinere ejusque pars esse debeat, non injuste temporum a coelo productorum logisticam Cosmographia sibi vendicabit, genealogiae quoque cum ad actiones voluntarias non egrediantur, sed in naturae operatione haereant, magis

ad Cosmographiam quae universae naturalis historiae primordia exhibet, quam ad rerum gestarum historiam pertinere videntur (1).

En 1585, dans ses *Galliae tabulae geographicae*, Mercator revient sur ses études cosmographiques, dont il a commencé la publication en 1569, et explique, dans l'épitre dédicatoire à Jean Guillaume, duc de Juliers et de Clèves, l'ordre logique de leur classement : " *Ita et ego cum totius orbis descriptionem meditarer, exigebat quidem operis distributio et ordo, ut primum de mundi fabrica, dispositioneque partium in universum, deinde, de coelestium corporum ordine et motu, tertio de eorumdem natura, radiatione, et operantium confluxu, ad veriorem astrologiam inquirendam, quarto de elementis, quinto de regnorum et totius terrae descriptione, sexto de principum a condito mundo genealogiis, ad emigrationes gentium, et primas terrarum habitationes, rerumque inventarum tempora et antiquitates indagandas, tractarem. Hic enim rerum naturalis est ordo, qui causas et origines rerum facile commonstrat, et ad veram scientiam sapientiamque optimus dux est.* "

L'ordre que Mercator s'était tracé n'a pas été suivi. Parut d'abord la chronologie, puis la géographie de Ptolémée et deux parties de la géographie moderne. Enfin, après la mort de l'auteur, le *De mundi creatione ac fabrica liber* figura en tête de la troisième partie de l'*Atlas*, avec la généalogie du roi Atlas. Ce sont les seules parties du vaste plan d'études conçu par Mercator qui aient jamais été publiées. D'après Ghymmius, la *Généalogie*, préparée par le géographe, était remarquable; l'*Astronomie*, qui devait former le deuxième volume de la cosmographie, avait été commencée, mais était restée inachevée. Nous ne connaissons rien de ces deux derniers ouvrages.

L'ensemble de ces travaux cosmographiques devait porter le titre de *Atlas, sive cosmographicae meditationes de*

(1) *Chronologia*..... Praefatio ad lectorem, p. 3.

fabrica mundi et fabricati figura. C'est le titre qui orne un frontispice gravé, inséré dans la troisième partie de la géographie moderne publiée en 1595 sous la rubrique : *Atlantis Pars Altera. Geographia nova totius mundi.* Nous supposons que, dans la pensée du géographe rupelmondois, le *pars prima* n'était autre que le traité : *De mundi creatione ac fabrica.*

Le mot *Atlas* est resté et a été donné par les éditeurs à toutes les éditions de la géographie moderne de Mercator.

Pour rester fidèle à notre but, nous ne pouvons nous occuper ici que du *Ptolémée* et de l'*Atlas* proprement dit de l'illustre savant.

Claude Ptolémée, qui mourut à Alexandrie en l'an 170, a tâché de donner à la géographie des bases scientifiques. Les résultats de son travail constituent un exposé élémentaire, mathématique, de la figure et de la grandeur de la terre. Ils sont consignés en langue grecque dans ses *Huit livres de géographie.* On ne peut contester qu'ils renferment des erreurs, mais ils marquent une brillante étape pour la science.

Il est probable que cet ouvrage n'embrassait que du texte, et que les cartes, destinées à en éclairer l'intelligence, ont été dessinées, d'après les principes du maître, par Agathodémon, géographe grec du ve siècle.

Les copies, les traductions latines et les éditions ptolméennes ne se comptent pas. Malheureusement les savants, pour faire montre de science, et les copistes ou typographes, par inadvertance ou par négligence, altérèrent l'œuvre originale. Mercator, qui professait un vrai culte pour le géographe d'Alexandrie, s'efforça de reconstituer le texte primitif des *Huit livres* par la confrontation des meilleures éditions parues de Ptolémée, celles de 1409, 1490, 1535, 1540 et 1562. Grâce à ce labeur, il put corriger, dessiner, nous allions dire refondre, les cartes d'Agathodémon. Elles sont au nombre de vingt-sept : l'*Habitable* de Pto-

lémée, dix cartes pour l'Europe, quatre cartes et un appendice pour l'Afrique, et douze cartes pour l'Asie.

La première édition parut sous le titre : *Tabulae geographicae Cl. Ptolemaei ad mentem autoris restitutae et emendatae per Gerardum Mercatorem illustriss. Ducis Cliviae,* etc., *Cosmographum. Coloniae Agrippinae..... M.D.LXXVIII.*

C'est un in-folio de 74 feuillets non chiffrés. Au verso des cartes se trouvent des explications de Mercator sur les corrections qu'il a introduites.

En 1584, le géographe fit paraître une seconde édition des cartes du *Ptolémée,* accompagnée cette fois du texte latin qu'il avait reconstitué. Ce fut Arnold Mylius qui en fut l'éditeur. Il dit dans la préface que le texte est simplement la traduction latine de Bilibald Pirkheymer (1) (Bâle, 1525), enrichie des corrections de Michel Villanovanus (Lyon, 1535), de Joseph Moletius (Venise, 1562), et de Gérard Mercator. Et il ajoute : *In ipsa etiam Ptolemaei recognitione, nostro rogatu, praecipue primo et septimo libro, quaedam aut obscure dicta, aut transposita, aut corrupte a typographis expressa, quaeque in demonstrationibus errata deprehendit, paucissimis immutatis et sine interpretis* (c'est de Pirkheymer qu'il s'agit ici) *diligenter castigavit.*

Si vif qu'ait été notre désir de contrôler l'affirmation de Mylius, nous n'y sommes point parvenu. Et cependant nous y tenions, car l'édition de Pirkheymer ne figure pas parmi celles que Mercator dit avoir consultées, quoiqu'elle se trouvât sur les rayons de sa bibliothèque.

M. Paquot partage l'avis de Mylius (2).

M. Van Raemdonck ne peut pas admettre les considérations suivantes émises par Bertius, dans son édition de Ptolémée. Nous croyons bien faire en les rapprochant des paroles de Mylius. *Post Moletium contulit operam suam*

(1) Cette traduction est restée inachevée à cause de la mort du traducteur.
(2) *Matériaux pour servir à l'histoire littéraire des Pays-Bas,* t. I. Bibl. roy., à Bruxelles, Ms. n° 17630.

Gerardus Mercator Rupelmundanus, qui tamen neque graecum contextum cum manuscriptis exemplaribus contulit, neque in versione latina quicquam restituit, sed descriptiones Ptolemaei in charta primum delineans, postea aeri (nam et hac arte ad miraculum usque excelluit) incidens, deprehendit quaedam codicum errata, quae etiam in suis Annotationibus recensuit.

La seconde édition du *Ptolémée* a pour titre : *Cl. Ptolemaei Alexandrini, Geographiae libri octo, recogniti jam et diligenter emendati cum tabulis geographicis ad mentem auctoris restitutis ac emendatis, per Gerardum Mercatorem... M.D.LXXXIV.*

Après la mort de Mercator, deux éditions de son *Ptolémée*, quelque peu augmenté ou corrigé, furent encore données; l'une, revue par Pierre Montanus, parut chez Corneille Nicolaï et Josse Hondius, Amsterodami, Anno D. 1605 ; l'autre fut donnée par Pierre Bertius, géographe du roi Louis XIII, dans le t. I de son *Theatrum geographiae veteris. Amstelodami. Ex officina Judoci Hondii. Anno 1618.*

Tout en travaillant à son *Ptolémée*, le géographe préparait la publication de sa géographie moderne. Il travaillait depuis longtemps à former un faisceau de toutes les cartes récentes de l'univers, générales et particulières, qu'il réduisait à un format moindre que celui de ses grandes cartes. Si cette nouvelle publication fut si lente à paraître, ce fut surtout pour ne pas nuire au succès du *Theatrum orbis terrarum* de son ami Ortélius, et aussi parce que Mercator ne voulait pas que son travail fût une simple œuvre de copiste ; il y mit sa note personnelle par l'étude et la comparaison des meilleures cartes publiées et par les nombreux renseignements qu'il se procura. Mercator a divisé toutes les cartes de son *Atlas* en trois parties, qui ont paru séparément. Dans la première, sont groupées les cartes de la France, des Pays-Bas et de l'Allemagne ; dans la seconde, les cartes

de l'Italie, de la Slavonie et de la Grèce; dans la troisième enfin, quelques cartes générales et celles des régions polaires et des pays du nord de l'Europe.

Quelle est la valeur de cet atlas et sur quel plan est-il établi ?

« Mercator, dit M. Van Raemdonck, reconnaît dans la géographie trois branches principales : la géographie politique, qui considère la terre comme la demeure de l'homme ; la géographie mathématique, qui s'occupe des rapports de la terre avec le reste de l'univers, et la géographie physique, qui s'occupe de la configuration du globe divisé en terres et en eaux. »

Considéré sous ce triple point de vue, l'*Atlas* de Mercator est absolument supérieur à toutes les publications similaires de ses contemporains. Il est impossible de faire l'analyse de chaque carte. Nous devons nous borner à un coup d'œil d'ensemble emprunté à M. Van Raemdonck. Dans toutes les cartes, d'ailleurs, ce sont les mêmes principes généraux qui dominent.

« La géographie politique chez Mercator comprend trois points principaux : la constitution civile, l'administration de la justice et l'organisation ecclésiastique..... Pour la constitution civile, il énumère : 1° selon leur rang de dignité observé dans l'État, les divers membres qui le composent; 2° dans les pays où le gouvernement principal se trouve entre les mains de la noblesse, il énumère les domaines féodaux du prince et après eux les localités libres, tous rangés, à commencer par les plus nobles, dans l'ordre suivant : les duchés, les comtés, les baronnies et les seigneuries; 3° les provinces dans lesquelles le pays se divise.

» Pour l'administration de la justice, il indique les circonscriptions judiciaires et les cours supérieures d'appel.

» Pour l'organisation ecclésiastique, il classe hiérarchiquement d'abord les archevêques, et ensuite les évêques suffragants et les évêques subordonnés à d'autres.

» Le gouvernement étant presque partout au pouvoir des nobles, Mercator débute par un exposé de la noblesse. Il en fait connaître d'abord tous les degrés : l'empereur ou le roi, le duc, le comte, le baron, le tribun militaire, le chevalier et l'écuyer. Il distingue trois grades de comte : le vicomte, le comte provincial et le marquis. Il détermine les caractères propres de chacun de ces degrés, les conditions et le cérémonial de leur investiture, et nous entretient du mode d'élire les rois et les princes dans les temps reculés. »

En tête des cartes de quelques pays (France, Pays-Bas, Allemagne), se trouvent groupées les notions de géographie politique dont nous venons d'esquisser le programme. Pour les autres pays, Mercator n'avait pas les renseignements voulus.

En outre, au verso de chaque carte est un tableau de la situation politique de la contrée dont elle est l'image.

Si imparfaites qu'elles soient, ces notions étaient encore intégralement reproduites dans l'édition de 1616 et seqq. de l'*Atlas* mercatorien.

Le géographe n'apportait pas moins de soins à la partie mathématique de son travail.

Toutes les cartes sont graduées. Bon nombre (Gaule et Germanie par exemple) sont dressées, sur le méridien de l'île del Corvo, d'après Malte-Brun, sur celui des îles Canaries, de l'avis de Lelewel. M. Van Raemdonck se rallie à cette dernière opinion et précise : le méridien adopté est celui de l'île de Fer, la plus occidentale de ce groupe d'îles.

Les latitudes et les longitudes qui lui étaient connues sont placées à la suite du tableau politique de chaque pays.

Enfin, toutes les cartes sont construites sur une projection, soit la projection conique à double section, soit la projection globulaire ou équidistante, etc.

Pour la géographie physique, on conçoit que Mercator ne produise qu'un travail de cabinet. Il n'a levé lui-même

aucune des cartes de l'*Atlas*. Nous sommes d'ailleurs fixés sur sa manière par ces mots qui accompagnent les cartes de la Gaule : « *Optimas quasque descriptiones in delineandis regionibus sequutus sum, qua in re non parum subsidii mihi attulit insignis chorometer et solertissimus Regis Hispan. Geographus Christianus Sgrothenius, qui multas regiones perlustravit, et prae caeteris amplius exactinsque descripsit. Tum ejusdem quoque Majestatis Geographus diligentissimus Abrahamus Ortelius...* » — Mercator a fait des emprunts à divers auteurs, mais ils ne sont pas toujours cités. Ainsi, il n'est pas une seule carte signée de Sgrothenius ni d'Ortélius. C'est l'effet sans doute de la note personnelle que Mercator donnait à ces travaux, toujours enrichis de données qu'il se procurait, toujours conçus d'après un plan parfaitement déterminé et coordonné.

La première partie de l'*Atlas* fut publiée à Duisbourg, en août 1585. Elle renferme, outre des documents divers, seize cartes de la France, neuf cartes des Pays-Bas ou de la Belgique inférieure, et vingt-six cartes de l'Allemagne.

En avril 1590, le géographe lança une deuxième partie de son travail : vingt-trois cartes de l'Italie, de la Slavonie et de la Grèce.

Enfin une troisième partie (posthume) fut éditée à Dusseldorf, en 1595, par son fils Rumold, aux frais des héritiers de Mercator. Elle a pour titre : *Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura*. On y trouve le traité *De mundi creatione ac fabrica*, la biographie de Mercator par Ghymmius : *Vita celeberrimi clarissimique viri Gerardi Mercatoris Rupelmundani a Domino Gualtero Ghymmio, Patricio Teutoburgensi, ac ejusdem oppidi antiquissimi praetore dignissimo conscripta* (1), quelques autres documents, et enfin trente-sept cartes : une mappemonde, les cartes générales d'Europe, d'Afrique, d'Asie, d'Amérique, et trente-deux cartes des contrées polaires et des pays du nord de l'Europe

(1) Cette biographie se trouve dans plusieurs éditions latines de l'*Atlas*.

(Islande, Écosse, Irlande, Angleterre, Norvège et Suède, Danemark, Prusse, Livonie, Russie, Lithuanie, Transylvanie et Chersonèse Taurique).

Il est rare de rencontrer cette troisième partie isolée. Elle est presque toujours reliée avec les deux parties précédentes ou avec l'une d'elles. M. Fiorini en signale cependant un exemplaire à la bibliothèque Victor Emmanuel à Rome.

Dès 1586, déjà on pouvait se procurer, séparément, chaque série de cartes et même des cartes volantes de l'*Atlas* mercatorien ; les cartes volantes que nous avons pu examiner n'étaient enrichies d'aucun texte.

Nous supposons que les cartes de l'*Atlas minor* se vendaient aussi détachées, car la Bibliothèque communale d'Anvers renferme un petit recueil de 22 cartes, sans texte, du susdit *Atlas*.

Quelques cartes volantes, tirées avec les planches de l'*Atlas*, sont conservées dans les Bibliothèques du British Museum (51 cartes), La Haye, Saint-Pétersbourg, Gand (20), Tournai (4), Munich (3), aux Archives générales du royaume à Bruxelles (1), etc. On en trouve même dans des librairies anciennes.

Les trois parties de l'*Atlas* ne tardèrent pas à être réunies en volume et parurent pour la première fois sous cette forme en 1602, chez Bernard Busius, à Dusseldorf. M. Van Raemdonck ne connaît que deux exemplaires de cette édition ; ils se trouvent dans la bibliothèque du docteur Breusing, à Brême, et dans celle du Cercle archéologique du Pays de Waas. M. Fiorini signale un exemplaire à la Bibliothèque Angelica, un des plus grands dépôts littéraires de Rome. Il en existe un autre à la Bibliothèque de l'université royale de Göttingen (Allemagne).

A la mort de Rumold Mercator (1600), l'*Atlas* fut publié par Josse Hondius, d'Amsterdam. Il donna en 1606 une deuxième édition de l'*Atlas*, augmenté de

cinquante cartes nouvelles. Ce sont des cartes d'Espagne, de quelques contrées de la Gaule et de la Germanie, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique. Le succès allant grandissant, vinrent successivement des éditions *latines* en 1607, 1608, 1611, 1613, 1616, 1623, 1627, 1628, 1629, 1630, 1631, 1633 et 1638; *françaises* en 1609, 1613, 1619, 1628, 1630, 1633 et 1635; *allemandes* en 1633 et 1638; *flamandes* en 1634 et 1638; enfin, *anglaises* en 1635 et 1636.

Le nombre des cartes dues au burin de Mercator alla diminuant; elles étaient remplacées par les œuvres des Hondius. L'édition de 1638 ne renferme plus que vingt cartes gravées par le géographe flamand. La carte de la Flandre, trop usée et démodée, y fut remplacée par une autre planche, différente de celle de Mercator. Les dernières traces des cartes mercatoriennes disparaissent dans l'édition de 1640, à l'existence de laquelle croit Lelewel, et dans celle de 1664, signalée sous le n° 14 342 dans la *Bibliotheca Hultemiana*.

Il fut aussi publié quelques réductions in-4° de l'*Atlas*. La première est celle de Venise. Elle fut faite en 1596 par Girolamo Porro. Les suivantes, éditées par les Hondius, d'Amsterdam, sont de 1607, 1609, 1610, 1621, 1628, 1632 et 1634 *(latines)*, 1608, 1609, 1628, 1630 et 1631 *(françaises)*, 1606 (Amsterdam et Arnheim), 1609, 1631, 1651, et peut-être 1629 *(allemandes)*, 1621, 1628, 1630, 1634, et peut-être aussi 1636 *(flamandes)*. Lipenius renseigne une édition de 1611, sans spécifier la langue employée par l'auteur(1). Enfin la Bibliothèque nationale à Paris possède un exemplaire d'une édition française de l'*Atlas minor*, s. l. i. n. d.

Nous devons aussi mentionner deux éditions fort douteuses, de 1673 et 1676, et une traduction *turque* de l'*Atlas minor*. Elle est due, d'après Lelewel, à Moustafa-ben-Abdallah, connu sous le nom de Katib Tschelebi ou de

(1) *Bibliotheca realis philosophica*, 2 vol., 1682.

hadji Khalfa. Il est né à Constantinople et mourut en 1658. Il a été aidé par un français, Mohammed Ikhlassy. La traduction porte le titre de *Reflets de lumière servant à éclairer les obscurités d'Atlas minor*.

Nous venons de voir qu'il existe des éditions latines, françaises, flamandes, anglaises et allemandes de l'*Atlas* de Mercator.

Les parties principales du texte ont aussi été transposées en langue russe et imprimées depuis peu. Dans un prochain article, nous traiterons ce chapitre intéressant et nouveau pour le travailleur étranger à la littérature slave : on est agréablement surpris de voir Mercator y occuper une si grande place. C'est toute une révélation.

F. Van Ortroy
lieutenant de cavalerie.

Note. Il a été dit plus haut, p. 546, que l'on ne connaît pas d'exemplaire de la seconde édition de l'*Europe* de Mercator publiée en 1554. Nous croyons que cette lacune est comblée. Les pages précédentes étaient sous presse, lorsqu'un correspondant nous a renseigné sur le titre de cette carte et le lieu de son dépôt. Voici le titre : *Europae descriptio emendata 1572. — Absolutum et evulgatum est opus Duisburgi ao 1554 per Gerardum Mercatorem Rupelmundanum et iterum ibidem emendatum ao 1572.*

Nous regrettons de ne pouvoir donner en ce moment de détails plus circonstanciés. Ils sont demandés, mais nous ne les avons pas encore reçus. Si ces renseignements complémentaires répondent à nos espérances, nous aurons soin d'en faire part aux lecteurs de la *Revue* dans la prochaine livraison.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours de machines, par M. Haton de la Goupillière, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École des mines, etc. Tome second. Second fascicule : *Chaudières à vapeur*. — Un vol. grand in-8° de 389 pp. — Paris, Vve Ch. Dunod, 1892.

Il a été successivement rendu compte, dans cette *Revue,* des divers fascicules du *Cours de machines* publié par M. Haton de la Goupillière. Le quatrième et dernier fascicule de ce remarquable ouvrage vient de paraître. Il est consacré à l'étude des chaudières à vapeur, que l'auteur divise en deux parties, en envisageant d'abord le générateur de vapeur, puis le condenseur.

Avant d'aborder la partie descriptive qui est tout à fait du domaine d'un *Cours de machines*, M. Haton rappelle, dans un chapitre intitulé Combustion, des notions qui ressortissent plutôt d'un *Cours de physique industrielle.* On ne pourrait, en quelques pages, condenser avec plus de clarté et de méthode la quintessence de matière développée longuement dans des traités spéciaux.

Les chaudières se différencient par leur *surface de chauffe* dont l'efficacité doit servir de point de départ à l'ingénieur dans l'établissement d'un projet de machine à vapeur. Après avoir décrit rapidement les combustibles généralement employés dans l'industrie, l'auteur expose succinctement les divers procédés qui servent à déterminer la *puissance calorifique* des houilles. Bien des méthodes ont été imaginées, mais la plupart conduisent à

des résultats qui pèchent au point de vue de la précision. Celle de M. Cornut offre le moins d'écarts, néanmoins l'erreur commise varie encore de 1 à 7 p. c.

En se basant sur la loi de Welter et l'appliquant aux expériences de MM. Scheurer-Kestner et Meunier, M. Ser est arrivé à donner une formule empirique mais assez satisfaisante de la puissance calorifique. M. Haton la rend plus maniable sous la forme $N = 8960 (C + 3 H)$. En se servant de cette formule, l'erreur ne varie généralement que dans les limites de 2 p. c. seulement. Quand il s'agit de déterminer la *valeur industrielle* des combustibles, nous pensons qu'il y a lieu de tenir compte de leurs *températures de combustion* plutôt que de leurs *puissances calorifiques*. En effet, c'est de la connaissance de la *température de combustion* qu'on déduit les usages auxquels un combustible peut servir, car un combustible peut valoir industriellement plus qu'un autre à *puissance calorifère* plus grande, parce que la nature et la quantité des produits de la combustion permettent de réaliser au fourneau une température plus élevée. L'auteur termine ce chapitre en passant en revue les circonstances de la combustion et les conditions d'une bonne vaporisation.

Plusieurs chapitres sont ensuite consacrés à l'étude proprement dite des chaudières. D'abord quels sont les métaux qui entrent dans leur construction? La fonte ne s'emploie plus guère que pour des pièces spéciales. Le cuivre, le laiton, le fer et l'acier sont d'un usage courant dans la fabrication des chaudières, mais chacun de ces métaux s'applique plus particulièrement à telle ou telle partie du générateur. M. Haton, d'accord en cela avec beaucoup d'ingénieurs, pense que l'avenir est à l'acier soudable.

La forme des diverses parties de l'appareil de vaporisation affecte toujours, en section, la forme d'équilibre stable du cylindre de révolution. Notons toutefois que les chaudières Galloway, par leur mode de construction, permettent de s'écarter de cette règle.

Le corps cylindrique est constitué de viroles d'une ou de plusieurs feuilles assemblées par des rivures disposées de manière à mettre celles-ci à l'abri du contact des flammes. Il convient d'éviter les joints continus dans l'assemblage des viroles, et il est recommandable de les emboîter suivant le mode télescopique.

Les fonds sont rarement plats, ordinairement hémisphériques, en culasse sphérique ou en anse de panier ; dans ce dernier cas,

le grand rayon de courbure est double de celui de la section droite. Nous ajouterons cependant que si les constructeurs se sont généralement contentés de donner aux fonds sphériques un diamètre double de celui du corps cylindrique, ils n'arrivent pas, de cette façon, à l'équilibre complet. M. Lamé, en s'appuyant sur la théorie de l'élasticité, a trouvé que le rapport des diamètres devait être 7/3 au lieu de 2.

Les divers auteurs qui se sont occupés des chaudières à vapeur ont adopté pour celles-ci des classifications fort diverses. Celle qui a été suivie par M. Haton semble la plus rationnelle. Il propose et justifie leur division en deux groupes. Il range dans le premier groupe les CHAUDIÈRES A CORPS CYLINDRIQUE qui contiennent un maximum de liquide sous un minimum de surface de chauffe, et dans le second, LES CHAUDIÈRES TUBULÉES qui contiennent peu d'eau, tout en présentant une superficie très développée.

Les GÉNÉRATEURS A CORPS CYLINDRIQUE sont divisés en trois classes :

1° *Les chaudières à foyer extérieur.* Ce type est le plus répandu ; il est simple ou bien à un ou plusieurs bouilleurs. On pourrait, à notre avis, rattacher à cette classe les chaudières à tubes réchauffeurs avec ou sans bouilleurs, c'est-à-dire celles où les réchauffeurs ne constituent pas des appareils distincts, mais font en quelque sorte partie intégrante de la chaudière.

2° *Les chaudières à foyer intérieur,* dont le type principal est la chaudière de Cornwall. Ces chaudières utilisent d'une façon remarquable la chaleur dégagée par le combustible. Elles exigent toutefois une construction soignée et l'emploi de tôles de qualité supérieure, en raison de leur grand diamètre parfois supérieur à 2 mètres. Elles ne conviennent que quand on dispose de bons combustibles. L'un des principaux inconvénients de ce type est que le tube foyer est pressé extérieurement. Pour y remédier, on a construit des foyers en tôles d'acier ondulées offrant plus de raideur et plus d'élasticité. M. Galloway, abandonnant, comme nous l'avons dit, la forme cylindrique, adopte la section elliptique qu'il garantit contre l'écrasement par des tubulures également elliptiques et disposées en quinconce formant entretoises. Ces dernières chaudières sont toutefois d'un prix élevé parce que leur fabrication exige un outillage spécial.

3° *Les chaudières tubulaires.* Par la multiplication des tubes, on arrive aux chaudières employées notamment dans les locomotives où il faut réaliser un appareil très puissant par le moyen

d'une surface de chauffe très étendue sous un volume restreint.

On associe aussi les formes à bouilleurs à un faisceau tubulaire, les chaudières résultant de cette combinaison formant une classe secondaire sous le nom de *chaudières mixtes*. Enfin, dans le but de faciliter le nettoyage des tubes, on a rendu amovible le faisceau tubulaire. L'auteur donne les dispositifs des chaudières Thomas et Laurens et de Weyher et Richemond à foyers amovibles. Les tubes employés dans les générateurs de cette classe sont en fer ou en laiton. Le fer coûte, il est vrai, deux fois moins, mais, d'autre part, le laiton conserve une partie de sa valeur lors de la mise des tubes hors service. Le diamètre des tubes varie de $0^m,04$ à $0^m,10$; dans les locomotives, on ne dépasse guère $0^m,045$. On pourrait ajouter qu'en pratique il existe une certaine relation entre la longueur et le diamètre, surtout pour les locomotives où la longueur n'est certes pas arbitraire.

Alors que, dans les chaudières tubulaires, les produits de la combustion traversent un faisceau de tubes entourés d'eau, dans d'autres chaudières, que M. Haton range dans un second groupe sous le nom de CHAUDIÈRES TUBULÉES, c'est l'eau qui circule dans les tubes chauffés extérieurement par les gaz chauds. M. Haton divise également celles-ci en trois classes :

1° Les *chaudières du genre Field*, qui sont bien connues.

2° Les *chaudières multitubulaires*, improprement dites inexplosibles, car elles peuvent encore donner lieu à des explosions. Toutefois les conséquences de ces accidents sont limitées par le faible volume d'eau. En vue de les réduire, on a sectionné les appareils en séries d'éléments qui ne communiquent entre eux que par les collecteurs. L'auteur décrit avec tous les détails nécessaires les chaudières De Naeyer, Babcock et Wilcox, et la chaudière Roser qui réunit les caractères des chaudières tubulées et des chaudières tubulaires et quelques autres encore.

3° Les *chaudières à serpentin*. Cette classe a pour type le générateur Belleville. Dans ces chaudières, le danger disparaît à peu près complètement par suite de la suppression du réservoir d'eau. Elles justifient donc mieux que les précédentes le nom d'*inexplosibles*.

La chaudière Serpollet constitue le dernier terme de l'inexplosibilité. L'alimentation s'y fait au fur et à mesure de la vaporisation. On pourrait l'appeler : générateur instantané. Elle ne contient ni chambre d'eau, ni chambre de vapeur; aussi l'Administration n'exige-t-elle que l'épreuve à la pression et une seule soupape de sûreté placée sur le tuyau d'alimentation. On a

construit des générateurs de la force d'un cheval et ne pesant guère plus de 30 kil.

En dehors de la classification que nous venons de détailler, on rencontre certaines chaudières que l'auteur range dans un chapitre spécial intitulé : *Chaudières à combustibles spéciaux*. A ne considérer que l'appareil de vaporisation, ces chaudières pourraient parfaitement rentrer dans les catégories passées en revue. C'est surtout sur le foyer et le mode de production de chaleur que portent les différences. Toutefois, comme ces générateurs constituent des exceptions, M. Haton les range avec raison dans une sorte d'annexe aux chapitres consacrés aux chaudières d'usage courant, de façon à ne rien enlever à la clarté de l'exposition. Dans ces dernières chaudières, la vaporisation s'obtient, ou bien en utilisant le calorique emporté par les flammes des fours métallurgiques; ou bien en brûlant sous les générateurs des gaz fabriqués dans des appareils appelés *gazogènes :* tels sont le gazogène bien connu de Siemens et celui de Muller et Fichet qui opère méthodiquement la gazéification de la houille et la combustion des produits sous le générateur; ou bien en brûlant des huiles lourdes de pétrole; ce dernier combustible présente de grands avantages pour la marine : facilité d'emmagasinement, réduction de l'espace occupé par le combustible et par le générateur, alimentation continue et par suite très favorable à la bonne combustion, fumivorité aisément réalisée, ce qui est précieux pour les navires de guerre; ou bien enfin par le système à soude de M. Honigmann et celui à eau surchauffée de Lamm et Francq.

L'auteur décrit ensuite certains détails des chaudières. La superficie de la grille se détermine d'après la consommation de la houille et est en relation avec l'étendue de la surface de chauffe. Ce dernier rapport est généralement 1/24; toutefois il varie avec la vivacité de la combustion et avec la nature du combustible employé. C'est ainsi que dans les locomotives ce rapport descend à 1/35. En Belgique même, pour arriver à atteindre une grande puissance, tout en ne consommant que des houilles maigres et menues, on a doublé la superficie de la grille qui, dans certains types de locomotives (État belge), atteint et dépasse 5 mètres carrés. Le lecteur trouvera dans ce même paragraphe la description de plusieurs grilles perfectionnées. Leur prix élevé et la complication de leur construction font que les industriels préfèrent généralement s'en tenir aux barreaux à forme trapézoïdale. On a ainsi construit un grand nombre de

grilles mécaniques facilitant le décrassage. Parmi celles-ci, la grille Wackernie, citée par l'auteur, est peut-être la plus recommandable. Certaines dispositions ont eu pour but d'éviter la production de fumée, mais la plupart, reposant sur des mécanismes trop compliqués, ont été abandonnées.

La fumivorité s'obtient pratiquement soit par la *grille à gradins*, soit par l'introduction d'air par la porte du foyer, soit par le *foyer Tenbrink* très employé pour les locomotives.

Après de nombreux détails sur le *trou d'homme*, la *prise de vapeur*, les *détendeurs* et *sécheurs de vapeur*, l'auteur passe aux *réchauffeurs* ou appareils qui chauffent l'eau d'alimentation avant son introduction dans la chaudière. On réalise, par ce chauffage, une économie et on évite la chute de pression et la perturbation que produirait l'introduction d'eau trop froide en même temps qu'on provoque la précipitation d'une partie des sels à l'état pulvérulent. Certaines chaudières sont dites *à réchauffeurs*. M. Haton cite comme type la *chaudière Farcot*. Nous ne croyons pas que sa supériorité sur les chaudières simples à réchauffeurs ait été établie. Le réchauffage peut aussi être réalisé dans des appareils spéciaux dont le plus répandu est l'*Economizer Green*.

Le chapitre LIX traite de l'*Alimentation*. Elle se fait généralement au moyen de la *pompe alimentaire*, exceptionnellement au moyen des bouteilles d'eau, et souvent par des injecteurs. Ceux-ci ne sont en somme que des modifications de l'injecteur Giffart. Le fonctionnement de ces appareils n'est pas toujours régulier. Certains de ces appareils sont à remise en marche automatique.

La plupart des eaux d'alimentation donnent lieu à des *dépôts*. L'auteur en décrit la nature et les inconvénients. Il expose les méthodes employées pour y remédier. Celles-ci consistent soit à faire des extractions périodiques, soit à épurer l'eau avant l'alimentation.

L'épuration s'obtient par l'application de la chaleur ou par des réactions chimiques. Ces dernières consistent à précipiter les substances nuisibles et à opérer ensuite la séparation de l'eau par décantage. Si l'on n'emploie pas ces méthodes, il reste à empêcher que les dépôts ne prennent une forme adhérente. Pour cela on a proposé l'emploi de *désincrustants*. Le nombre de ceux-ci est multiple. M. Haton avec raison n'insiste pas sur ce sujet. En somme, on ne connaît pas jusqu'aujourd'hui de bons désincrustants, et l'ingénieur agira sagement en n'accueillant qu'avec une grande réserve les assertions des inventeurs au sujet de produits dont la composition est tenue plus ou moins secrète.

Très intéressant est le chapitre qui traite des *Explosions*. M. Haton en rattache les causes à quatre ordres principaux : 1° défauts d'établissement; 2° défauts d'entretien; 3° défauts de fonctionnement ; 4° causes fortuites.

Il les décrit en détail et s'étend plus particulièrement sur les plus dangereuses, c'est-à-dire celles qui sont causée par les altérations des tôles et par l'abaissement du niveau de l'eau dans la chaudière.

Il rappelle, en passant, l'importance du rôle attribué dans les explosions à l'eau surchauffée, à l'état sphéroïdal, etc. Ce sont là toutes questions qui sont loin d'être complètement élucidées.

Dans le chapitre qui a trait à la *Réglementation,* l'auteur se borne à reproduire les prescriptions des décrets du 30 avril 1880 et du 27 juin 1886, en les faisant suivre de commentaires et développements dont l'ingénieur peut tirer bon parti.

Les décrets exigent la présence sur tout générateur de divers *Appareils de sûreté.* Ils sont décrits au chapitre LXIII. Comme obturateurs de vapeur, l'auteur cite les dispositions de Hirsch, de Belleville, de Labeyrie et de Pile. L'indicateur de niveau le plus sûr et le plus répandu est le *tube de niveau* en cristal. C'est aussi le plus simple, mais il convient toutefois qu'il soit bien proportionné, peu dilatable, et qu'il offre le maximum de conductibilité. L'auteur cite également l'indicateur magnétique de Lethuillier-Pinel. On emploie aussi des appareils à flotteur auxquels on adjoint un sifflet d'alarme. L'auteur aurait pu citer l'indicateur Ochwadt, qui obvie à quelques inconvénients du tube de niveau tels que : fragilité, difficulté de lecture par suite d'encrassement, indications fausses (parfois 0,10 par 1/000 atm.) quand il se produit des obstructions cachées, soit dans le haut, soit dans le bas du tube.

Parmi les appareils qui mesurent la pression, le *manomètre à air libre* est celui qui offre le plus d'exactitude. Il n'est plus employé aujourd'hui, à cause des hautes pressions atteintes dans les générateurs, mais il sert encore comme appareil de tarage. Le *manomètre Bourdon* bien taré est actuellement le plus répandu ; parfois on le rend enregistreur. La *soupape de sûreté* consiste ordinairement en un simple clapet commandé par un levier à contrepoids, et par un ressort quand il s'agit de machines mobiles. L'ancienne formule réglementaire qui servait à déterminer la section de la soupape n'est plus imposée, mais elle peut encore être consultée utilement à titre de contrôle. M. Haton propose de la mettre sous la forme $D = 0.0264 \sqrt{\frac{S}{N + 0,607}}$, où

D exprime le diamètre en *mètres* et N *la pression effective en kilogrammes par centimètre carré,* afin, dit-il, d'employer des unités homogènes et conformes à la réglementation actuelle.

Avec le système de soupapes le plus simple, il se produit dans leur voisinage, au moment de la levée, des chutes de pression qui causent des ballottements et, en outre, la section d'écoulement peut se trouver insuffisante. M. Haton décrit diverses soupapes perfectionnées qui portent remède à cet inconvénient : tels sont les dispositifs Klotz, Codron, Dulac, Adams. Ajoutons que le système Klotz présente l'avantage important de rendre vaine toute tentative de surcharge.

Le chapitre LXIV traite de ce que M. Haton appelle la *source froide* ou *Condenseur*. Le lecteur y trouvera la description des divers appareils de condensation : le condenseur ordinaire, le condenseur à surface, l'aéro-condenseur de Fouché, le condenseur à air, le condenseur à eau récupérée de Grangé, enfin les condenseurs Létoret et Devillaine, employés surtout dans les machines d'exhaure, ainsi que les divers systèmes de pompes à air et d'éjecteurs.

Le cours se termine par la description des indicateurs de Watt, de Richard, de Marcel Deprez, etc., et de leur mode d'emploi.

L'éloge des travaux publiés par M. Haton a déjà été fait si souvent dans cette *Revue* que vraiment il semble superflu de faire ressortir davantage les qualités du fascicule que nous venons d'analyser. Il répond absolument aux autres parties du *Cours de machines* dont la clarté et la méthode ont été tant remarquées.

M. Haton excelle à résumer en peu de pages la matière de plusieurs chapitres. Il écarte les développements qui ne sont pas indispensables. C'est ce qui rend si aisée la lecture de ses travaux. Tout en étant concis, il ne laisse pas sans guide le lecteur désireux d'approfondir plus particulièrement l'une ou l'autre question. Il lui donne, pour ainsi dire à chaque pas, une nomenclature d'ouvrages à consulter. Ces notes si complètes ajoutent, sans contredit, beaucoup à la valeur intrinsèque de son *Cours de machines.*

André Dumont.

II

Encyclopédie des travaux publics :

I. Chemins de fer. Notions générales et économiques, par Léon Leygue, ancien ingénieur auxiliaire des ponts et chaussées ingénieur civil. — 1 vol. in-8° de 605 pages. — Paris, Baudry et Cie ; même maison à Liége, 1892.

II. Chemins de fer a crémaillère, par A. Lévy-Lambert, ingénieur civil. — 1 vol. in-8° de 300 pages. — Paris, Lamirault, 1892.

I. A côté des ouvrages traitant à un point de vue purement technique, et avec tous les développements qu'elles comportent, des diverses parties de la science des chemins de fer, M. Lechalas a eu la très heureuse idée de faire figurer dans son *Encyclopédie* un volume renfermant toutes les notions relatives aux chemins de fer, dont la connaissance n'intéresse pas les seuls ingénieurs, mais encore tous ceux qui, à des titres divers, ont à s'occuper des exploitations de voies ferrées. Tels sont, par exemple, les membres des assemblées délibérantes qui ont à statuer sur les concessions à faire au nom de l'État, du département ou de la commune, et qui ne peuvent sainement se prononcer sur les cas qui leur sont soumis qu'après avoir puisé dans un recueil spécial des notions auxquelles ils sont généralement assez étrangers. Le livre de M. Leygue vient largement satisfaire ce besoin.

Après un historique sommaire des chemins de fer, l'auteur aborde l'examen des formalités et règlements relatifs à l'exécution des travaux. Cette partie de l'ouvrage est, bien entendu, purement documentaire. C'est un recueil complet de toutes les règles administratives qui président à l'ouverture de toute nouvelle ligne ferrée, depuis le classement et l'enquête d'utilité publique jusqu'à la réception des travaux.

L'auteur fait ensuite l'esquisse du développement du réseau français sous les divers régimes que lui a imposés le législateur depuis la période de tâtonnements (1823-1842) jusqu'à l'époque actuelle. Il met vivement en lumière les traits généraux des conventions successives qui ont eu pour but d'associer les forces de l'État à celles de l'industrie privée en vue de permettre l'extension de notre réseau, conventions dont les plus célèbres sont celles de 1842, œuvre de M. Legrand, celles de 1859, savamment élaborées par M. de Franqueville, et qui ont donné aux chemins de fer français leur véritable essor, et celles de

1883 auxquelles M. Raynal a attaché son nom et dont le régime dure encore. Une étude analogue est présentée, à la suite, pour les chemins de fer algériens et tunisiens. Il nous semble impossible de donner sous une forme plus succincte et plus nette le résumé de cette importante question, si souvent débattue, parfois par des gens à qui manquent les notions condensées ici par M. Leygue.

L'auteur se livre ensuite à une comparaison économique entre les chemins de fer, les routes et les voies de navigation intérieure. Sans entrer dans le détail de cette discussion qui serait en dehors du cadre de cette *Revue,* nous dirons que M. Leygue conclut à la supériorité des chemins de fer, sans méconnaître toutefois l'intérêt que présentent les voies de navigation actuellement existantes et, par conséquent, leur amélioration. A ce propos, il se rallie à la formule de M. Picard : " Ne rien négliger pour améliorer le réseau actuel de navigation et pour en perfectionner l'exploitation ; se montrer très sobre et très prudent dans l'ouverture des voies nouvelles. „

L'étude du prix de revient des transports sur rails est ensuite examinée en détail sous ses deux faces : prix de revient moyen d'un ensemble de transports et prix de revient d'un transport spécial. Elle est complétée par une série de tableaux annexes fournissant de nombreux exemples à l'appui des généralités de l'exposé.

Après une vue d'ensemble suffisamment développée sur les tarifs des chemins de fer, l'auteur examine l'influence que peut avoir leur abaissement. Il conclut en réclamant pour nos compagnies un peu plus de liberté et d'autonomie en échange d'une plus grande responsabilité de leurs recettes. " Mieux que l'État, dit-il, dont les réformes conservent toujours un caractère arbitraire, elles peuvent scruter attentivement les besoins et les ressources du pays, choisir avec intelligence les éléments de trafic qui présentent de l'élasticité et ménager des abaissements aux marchandises dont elles savent sûrement développer la circulation. „

Une des questions les plus délicates qui se posent en matière de chemin de fer est l'évaluation des recettes probables des lignes nouvelles. L'auteur fait connaître les méthodes principales usitées en France à cet effet (Michel, Cossmann, Baûne,...) et fait ressortir l'importance des données que l'on peut retirer aujourd'hui de la statistique.

Il examine ensuite l'influence qu'exerce la voie sur la traction,

montrant comment les nécessités de celle-ci conduisent à limiter le rayon des courbes et les déclivités, et développant les méthodes (Amiot, Menche de Loisne, Baume, Schlemmer,....) qui permettent, en tenant compte de ces diverses circonstances, d'établir la longueur virtuelle d'une ligne qui doit intervenir dans la détermination du choix entre plusieurs tracés.

Un chapitre développé est consacré à la question aujourd'hui encore si controversée des chemins de fer à voie étroite. Après avoir fait ressortir l'intérêt qui s'attache à leur emploi pour les lignes secondaires, l'auteur fait une étude comparative entre les voies de 1 mètre et de $0^{m},60$, étude dont il puise les éléments dans la littérature relative à cette question, déjà fort riche en raison des débats passionnés qui se sont livrés sur ce terrain.

M. Leygue, se plaçant au point de vue de l'achèvement de notre réseau d'intérêt local, conclut d'une manière générale à l'adoption de la voie de 1 mètre, la voie de $0^{m}.60$ devant être réservée pour des cas exceptionnels où des circonstances spéciales peuvent militer en sa faveur.

Le dernier chapitre est d'essence purement économique. L'auteur y donne un aperçu des avantages de toute sorte procurés par les chemins de fer et indique comment peut s'effectuer la mesure de leur utilité.

Le volume se termine par une longue série d'annexes contenant toutes les principales dispositions législatives ou administratives relatives aux chemins de fer.

En résumé, le livre de M. Leygue est une mine de renseignements précieux qui sera consultée avec fruit par tous ceux qui, à des titres divers, ont à s'occuper des questions si nombreuses et si complexes que soulève l'industrie des chemins de fer.

II. Nous ne saurions mieux faire, pour indiquer le but que vise l'ouvrage de M. Lévy-Lambert, que de reproduire ici les lignes par lesquelles débute son Avant-propos :

« Amené par notre profession à étudier tout récemment une des premières lignes à crémaillère auxquelles on ait songé en France, nous avons été frappé de l'absence de traités spéciaux relatifs à ce mode de locomotion.

„ Malgré les nombreuses applications faites à l'étranger, on ne trouve guère sur les chemins de fer à crémaillère que des monographies, et pas de livres didactiques résumant méthodiquement les principaux renseignements relatifs à ces voies nouvelles.

„ Notre but a été d'éviter à nos successeurs l'embarras dans

lequel nous nous sommes trouvé au moment de nos premières études.... »

C'est donc un traité complet des chemins de fer à crémaillère que s'est proposé d'écrire M. Lévy-Lambert. Disons tout de suite qu'il a suivi ce programme avec un soin scrupuleux, et que les hommes techniques lui sont ainsi redevables, en ces matières spéciales, d'un guide dont ils auraient auparavant vainement cherché l'équivalent.

On sait quel est le principe des chemins de fer à crémaillère.

Les chemins de fer ordinaires, basés sur le principe de l'adhérence, ne sauraient se prêter à l'adoption de déclivités supérieures à une certaine limite qui varie suivant les machines, mais sans s'écarter beaucoup de 40 millimètres. Cela tient à ce que l'effort de traction augmente proportionnellement à la pente, tandis que la puissance disponible de la machine est la même quel que soit le profil du chemin. En outre, la charge utile que peut remorquer une machine décroît rapidement lorsque la déclivité augmente dans le court intervalle où elle doit rester comprise. Par exemple, les machines de rampe de la Compagnie P.-L.-M., pesant en service $51^t,2$ et qui, à la vitesse de 30 kilomètres, remorquent environ 23 fois leur poids, ne peuvent plus traîner à peu près qu'une fois et demie celui-ci à la même vitesse sur une rampe de 30 millimètres.

Lors donc qu'on a à racheter une forte différence de niveaux sur un faible parcours, comme cela se présente soit en pays de montagnes, soit à l'intérieur de certaines villes au relief accidenté, on doit, de toute nécessité, recourir à un autre principe qu'à celui de l'adhérence pour faire progresser un train sur une voie ferrée. De là l'emploi de la crémaillère.

Fait bien remarquable, on revient, en ce faisant, à un procédé qui, au début de l'industrie des chemins de fer, avait été proposé même pour les lignes en plaine. La machine de Blenkinsop, construite en 1811, reposait sur ce principe. Ce n'est qu'en 1813, alors que Blackett eut montré que la simple adhérence était suffisante pour permettre le mouvement de la locomotive, que l'idée de la crémaillère fut abandonnée.

Dans une introduction de quelques pages, M. Lévy-Lambert met en évidence les considérations générales d'où résulte, dans des cas parfaitement déterminés, l'obligation de recourir à la solution des chemins de fer à crémaillère.

L'exposé proprement dit comprend quatre chapitres.

Le chapitre 1er débute par un résumé historique qui marque

l'origine de ce mode spécial de locomotion et en fait ressortir le rapide développement. Il va de soi que ce type de chemin de fer devait naître en pays de montagnes. C'est, en effet, au cœur de la Suisse que nous en voyons faire la première application européenne, par M. Riggenbach, savant ingénieur dont le système a servi de prototype à la plupart de ceux qui ont été proposés depuis lors. Parmi les variétés qui en ont été imaginées, il convient de citer le système Abt, qui se distingue, d'une part, par la nature de la crémaillère (dents de scie en acier remplaçant les échelons), de l'autre, par ce fait qu'en outre du mécanisme à roues dentées, la machine est pourvue d'un mécanisme à adhérence commandé par un moteur indépendant.

Il y avait en exploitation, en 1890, 28 chemins de fer du système Riggenbach, et en 1892, 18 chemins de fer du système Abt.

Un chemin de fer d'un système spécial (Locher) a été ouvert en 1888 pour l'ascension du Mont-Pilate.

L'auteur indique dans quelles conditions de tracé est applicable la crémaillère. Il estime qu'il n'est pas prudent, à moins d'artifices spéciaux, de donner aux courbes un rayon inférieur à 100 m., et que la pente, qui doit être d'au moins 40 mm. pour que l'emploi de la crémaillère soit justifié, ne saurait guère dépasser 250^{mm}.

Au Mont-Pilate, il est vrai, on a des pentes de 480^{mm}, mais il a fallu dès lors substituer à la crémaillère ordinaire une crémaillère d'un genre spécial dont l'adoption constitue la caractéristique du système Locher.

Pour compléter ces généralités, l'auteur a eu la très heureuse idée de donner la description du tracé d'un grand nombre de lignes à crémaillère actuellement en exploitation. C'est, en effet, en se référant à ces exemples qu'on aura le plus de chance de trouver la solution applicable à quelque nouveau cas.

Il signale enfin divers types d'ouvrages d'art empruntés à ces lignes, mais qui n'offrent guère d'autres particularités que l'inclinaison de leur profil supérieur.

Le chapitre II est consacré à la voie et à la crémaillère qui en fait partie intégrante, le chapitre III au matériel roulant (machines et wagons), le chapitre IV à l'exploitation.

Ces diverses matières sont d'essence trop technique pour que nous songions à entrer ici dans aucun détail à leur sujet. Disons toutefois, à titre d'observation générale, que M. Lévy-Lambert nous semble avoir réuni là tous les renseignements qu'a permis

de recueillir l'expérience acquise jusqu'à ce jour. Aucun type de crémaillère, non plus qu'aucun type de machine, ne paraît avoir échappé à son exposé à la fois très sobre et très net.

Les renseignements relatifs à l'exploitation sont un peu plus sommaires. Mais l'auteur s'en excuse dans son Avant-propos, les données statistiques faisant un peu défaut sur ce point. Il supplée d'ailleurs à ce que les généralités de cet ordre peuvent avoir d'incomplet, en donnant, sous forme d'annexes, les comptes d'exploitation d'un certain nombre de lignes à crémaillère actuellement en fonctionnement régulier.

On peut dire en somme qu'aucun des résultats acquis aujourd'hui à la science encore toute récente des chemins de fer à crémaillère n'a été omis dans le livre de M. Lévy-Lambert. C'est par suite une grammaire complète de cet art nouveau qu'il offre aux ingénieurs.

M. D'OCAGNE.

III

PREMIERS PRINCIPES D'ALGÈBRE, PAR LAISANT ET ÉLIE PERRIN. — 1 vol. in-8° de 345 pages. — Paris, Delagrave, 1892.

Il est souvent plus difficile de débarrasser l'esprit d'une idée fausse dès longtemps enracinée que d'y faire pénétrer une idée nouvelle. De là l'importance qu'acquiert l'enseignement des premiers éléments d'une science, surtout d'une science abstraite comme l'algèbre. Aussi doit-on payer un tribut de reconnaissance aux hommes d'une valeur scientifique reconnue qui ont le courage de s'arracher momentanément à leurs études favorites pour revenir aux principes les plus élémentaires de la science et s'ingénier à en perfectionner le mode d'exposition sous le rapport de la méthode, de la rigueur ou de la clarté.

On doit à cet égard une mention spéciale au petit livre que viennent de faire paraître M. Laisant, dont les travaux originaux sont tant appréciés par le public savant, et M. Élie Perrin, un distingué professeur de l'enseignement secondaire spécial.

Nous ne saurions évidemment donner ici une analyse détaillée de cet ouvrage, dont le principal intérêt est surtout d'ordre pédagogique. Il nous suffira de dire qu'il comprend le calcul littéral, les équations du 1er et 2e degré, les progressions et les logarithmes.

Nous signalerons toutefois certaines particularités qui nous

paraissent mériter d'être mentionnées. C'est, en premier lieu, l'impression en caractères spéciaux des définitions et des règles que l'élève doit se graver dans la mémoire, indépendamment des développements ou des démonstrations qui s'y rattachent; puis l'emploi systématique de tableaux synoptiques pour toutes les discussions, le soin tout particulier avec lequel sont présentés les premiers principes relatifs aux équations, et, notamment, l'introduction, sous une forme d'ailleurs tout élémentaire, de la notion de fonction généralement laissée en dehors des ouvrages de ce genre, bien qu'elle forme la base de l'analyse mathématique. Il convient enfin de signaler le choix des exercices, au nombre de plus de 1200, et d'une extraordinaire variété, qui constitueront pour les professeurs une mine des plus précieuses. Il est remarquable qu'un certain nombre de ces exercices sont empruntés aux plus grands maîtres de la science, notamment à Euler.

Les auteurs ont rejeté dans un appendice quelques questions qui sortent du cadre de l'enseignement ordinaire, mais qui sont pourtant susceptibles d'être traitées par des procédés tout élémentaires. On y trouve, entre autres, les premières notions, si précieuses, relatives à la représentation graphique des fonctions, la formule du binôme établie au moyen du triangle arithmétique de Pascal, les formules des permutations, des arrangements et des combinaisons, l'indication de l'emploi de l'échiquier pour la démonstration de certaines formules numériques, etc....

Le livre de MM. Laisant et Élie Perrin ne tardera pas à prendre place parmi les classiques de l'enseignement secondaire.

M. d'Ocagne.

IV

De la disparité physique et mentale des races humaines et de ses principes, par François Souffret, docteur en philosophie et lettres, professeur d'histoire et de géographie à l'Athénée royal de Namur. — Grand in-8° de 322 pp. — 1892, Paris, Félix Alcan.

Beaucoup d'érudition ; une bonne part de vérités qu'amoindrissent un plan préconçu et un esprit systématique ; dominant le tout, des tendances déterministes très accusées ; tel est le jugement que l'on peut, croyons-nous, porter sans injustice sur ce livre après l'avoir parcouru.

L'auteur, considérant que, au-dessous des sociétés civilisées, se placent un nombre considérable d'hommes vivant à l'état barbare ou même sauvage, dont la vie est pour ainsi dire individuelle en ce sens que " l'on ne voit pas qu'un individu ajoute quelque chose à l'héritage transmis „ (1) ; n'admettant pas d'ailleurs, et avec raison, que seules les conditions matérielles de sol, de climat, d'altitude et de latitude, suffisent à expliquer des différences aussi profondes au sein de l'humanité ;—l'auteur prétend démontrer que, entre les races parvenues à la civilisation et celles qui sont restées à l'état sauvage, entre l'Européen et l'Australien, par exemple, il existe un abîme infranchissable " qu'aucune influence physique ou morale ne saurait combler „ (2).

Ainsi, tandis qu'en grande majorité nos naturalistes ne veulent voir entre la bête et l'homme qu'une différence de degré, d'où résulterait le fait du passage insensible de la brute à l'être intelligent, voici, à un pôle opposé, un savant qui prétend établir, entre deux ou plusieurs classes de l'humanité, cette différence irréductible que la vérité place seulement entre la nature humaine tout entière d'une part, et la nature animale de l'autre.

Est-ce à dire que M. François Souffret assimile les races inférieures à l'animalité ? Non : il ne va pas jusque-là ; mais il ressort de son travail que, dans le fond de sa pensée, il partage le genre humain au moins en deux types spécifiques distincts et séparés. Souvent, en exposant les caractères de différentes races, il se sert du mot *espèce* (3). Il parle même, vers la fin de son livre (p. 302), d'un grand nombre d'*hybrides* issus de deux *espèces* différentes. Et comme il juge qu'il y a là une " objection sérieuse „ contre le " principe de la disparité indélébile des races „, il s'efforce de démontrer, en s'appuyant sur Georges Pouchet et sur M. Delbœuf, auteur de *La Matière brute et la matière vivante*, que la fusion des races est impossible, que la fécondité des *métis* est très limitée, ou bien que les générations nouvelles qui en sont issues ne tarderont pas à rentrer dans l'un des types primitifs.

Cette partie de l'argumentation du savant auteur est assez faible. Nos lecteurs ont déjà remarqué l'emploi impropre du mot *hybride*, logique cependant sous la plume de l'auteur, puisqu'il le donne comme conséquence de l'union entre *espèces* différentes.

(1) *Races humaines*, Préface.

(2) *Ibid.*

(3) " Les causes d'inégalité sont inhérentes à la nature de l'homme ; *elles tiennent à des différences d'espèces.* „ — RACES HUMAINES, p. 297.

Puis, un peu plus loin, il reprend le mot *métis,* vrai en soi, mais impropre de sa part. Peu importe d'ailleurs. Les faits qu'il cite d'après Pouchet, ou reposent sur des *on dit,* ou tiennent à des circonstances particulières, et ne prouvent absolument rien contre cette loi générale qui embrasse la vie organique tout entière depuis l'homme jusqu'à l'herbe des champs, loi d'après laquelle les *métis,* c'est-à-dire les produits de croisements entre *races* différentes d'une même *espèce,* sont indéfiniment féconds et conservent les caractères mixtes des deux parents primitifs, tant que de nouveaux croisements avec d'autres races ne viennent pas les modifier. Tous les faits démontrent une telle loi, comme ils démontrent également l'impuissance de l'hybridité à former des espèces nouvelles. C'est peut-être parce qu'il avait un peu conscience de la chose que l'auteur s'est servi d'abord de l'expression " hybrides issus de deux espèces ", et revient un peu plus loin à celle, plus exacte, de *métis* issus de races différentes (1).

Ainsi la " sérieuse objection " dont M. Souffret constate l'existence subsiste tout entière et suffirait à elle seule à ébranler son système par la base, au moins dans ce qu'il a d'excessif et d'inadmissible. Sans aucun doute, " les races comme les individus ont des aptitudes diverses ". On peut encore admettre, bien que ce soit plus contestable, que " toutes tendent vers un même idéal de perfection ", que " la distance à parcourir était originairement la même " et que " seulement les routes sont différentes et les vitesses fort inégales " (2). Il est en tout cas certain que l'influence du climat et du pays n'est que secondaire sur les aptitudes sociales de l'homme.

Mais de là à conclure que le principe fondamental des civilisations réside dans une " disparité originelle et indélébile des

(1) L'opinion de M. Delbœuf ne saurait prévaloir davantage contre les faits et semble provenir d'ailleurs, elle aussi, d'un plan préconçu. Ce savant est transformiste à sa manière, qui est l'opposé de celle de Darwin. Il veut que les espèces aient été *innombrables* à l'origine, mais moins différenciées qu'aujourd'hui ; autant d'espèces que d'individus ! La transformation provient de ce que " le semblable ne peut jamais engendrer un semblable de tout point " ; elle procède ainsi par réduction et caractérisation progressive, résultant de l'exercice même de la vie. — On comprend que pour qui professe un pareil système, la persistance indéfinie des types produits par le métissage soit gênante et qu'il soit plus commode de la nier. Un tel système conduit logiquement à la négation du monogénisme, et c'est pourquoi M. Delbœuf paraît à M. Souffret " être sur le chemin de la vérité ". J. Delbœuf, *La Matière brute et la matière vivante,* Paris, Alcan.

(2) P. 305.

caractères distinctifs des races „ (1) (autrement dit avec plus de clarté, dans le polygénisme), il y a précisément cet abîme que M. Souffret voudrait établir entre les races hamaines elles-mêmes.

Parmi toutes les causes qui influent sur la marche et le degré des civilisations humaines, dans le progrès comme dans le déclin, il y a un facteur que M. Souffret a, nous ne dirons pas négligé, car il le mentionne comme les autres, mais dont il a méconnu l'importance, c'est l'élément religieux. Ce sont les croyances qui, vraies ou fausses, ou se rapprochant à des degrés divers de la vérité ou de l'erreur, exercent l'influence prépondérante sur l'état et le mode d'existence des sociétés humaines.

Quand l'auteur se demande comment il se fait que les Arabes et les Mongols, " qui avaient sur les peuples soumis la supériorité que donnent le pouvoir et la richesse „, se soient laissés devancer dans les sciences et dans les arts (2), — on peut lui répondre que le fatalisme des uns, l'aspiration des autres au néant, le prosélytisme par le sabre de ceux-ci et de ceux-là, portaient en soi un germe d'irrémédiable décadence qui, une fois passée la période de conquête. devait tôt ou tard amener dans leurs sociétés une période d'abord stationnaire et bientôt régressive ; et cependant les peuples dont ces fausses croyances ne viciaient pas le génie, suivaient progressivement les voies d'une civilisation de plus en plus développée.

Quand, un peu plus loin, le savant écrivain nous dit que " des Blancs élevés dans les principes du christianisme possédaient, dans les colonies, des esclaves qui étaient traités plus durement qu'à Rome et qui étaient condamnés à des supplices épouvantables ; „ quand il ajoute que les Européens y ont un harem comme les riches Orientaux, et que les femmes elles-mêmes, jalouses des belles esclaves, les mutilent odieusement, et affichent d'ailleurs " dans leurs paroles et leur conduite une impudence qu'on ne peut point dépasser „ (3) ; paraissant rendre ainsi le christianisme responsable de ces crimes et de ces désordres; — nous lui répondrons qu'il n'est pas d'une bonne logique d'imputer à une législation les attentats commis en violation et au mépris des prescriptions édictées par elle. Si le savant écrivain nous répondait qu'il a voulu seulement prouver que la religion chrétienne, pas plus que les autres, n'est capable de rendre

(1) P. 306.
(2) P. 297.
(3) P. 301.

les sociétés morales et honnêtes, la réplique serait facile : ce n'est point par les petits côtés et par des faits particuliers qu'on peut juger de l'influence d'une doctrine sur l'humanité, mais seulement par les faits généraux et par les vues d'ensemble. Or, *prises en masse,* les sociétés chrétiennes sont incontestablement d'une élévation morale et d'un sentiment de l'honneur beaucoup plus élevés que les sociétés bouddhiques, brahmaniques, musulmanes et autres ; et personne ne peut contester sérieusement et de bonne foi que l'adoucissement considérable des mœurs des nations occidentales relativement à l'antiquité, ne soient dues à l'action lente mais incessante du christianisme, depuis plus de dix-huit siècles qu'il travaille à toucher les cœurs et à élever les âmes.

Nous aurions à relever bien d'autres exemples et à réfuter bien d'autres raisonnements. Ce qui précède suffit à faire connaître dans quel esprit a été conçue et rédigée l'étude qui nous occupe. L'auteur y a dépensé, comme nous l'avons dit, énormément d'érudition et beaucoup de talent, encore que certaines de ses assertions de fait nous aient paru contestables. Mais un grand nombre de ses jugements sont justes en soi et ne pèchent que par les conséquences forcées que l'auteur veut en tirer. Informé d'avance de celles-ci, et ainsi mis en garde contre des déductions hasardées et des conclusions exagérées ou intrinsèquement fausses, le lecteur suivra avec intérêt et profit le tableau que trace l'auteur des différences qui existent entre les types ethniques, du développement physique, intellectuel et moral des diverses races en une époque donnée de l'histoire, avec la réfutation des systèmes explicatifs de Montesquieu, de Herder et de Trémaux. C'est surtout dans la troisième et dernière partie de l'ouvrage, où M. Souffret prétend " dégager les causes de l'inégalité du développement des facultés chez les différentes races humaines „, que l'écrivain prête le flanc à la critique, bien que les tendances de son esprit se laissent voir dès les premières pages de son livre.

C. de Kirwan.

V

Les Altérations de la personnalité, par Alfred Binet, directeur-adjoint du laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne (Hautes Études). — In-8° de VIII-325 pp. — 1892. Paris, Félix Alcan.

De nos jours, quand, par suite de la découverte de faits récents, non encore constatés, un champ nouveau vient de s'ouvrir aux investigations de la science, la disposition aventureuse de certains esprits les porte à tirer des conséquences à perte de vue des premières observations auxquelles ils se sont livrés. Puis, à mesure que la nouvelle science progresse, prend une assiette plus solide, découvre de nouveaux faits qui donnent des premiers une explication différente des conclusions hâtivement prises, les choses rentrent peu à peu dans leur ordre naturel, les aventureuses déductions finissent par s'oublier; et, d'un prétendu bouleversement général qui semblait devoir révolutionner l'esprit humain, il reste seulement un ensemble de connaissances acquises marquant une étape de plus dans la marche des intelligences vers la vérité : résultat plus modeste, mais plus sérieux et plus solide.

C'est ainsi que, de l'antiquité extravagante de centaines et de centaines de milliers d'années attribuée à l'existence de l'homme par une école anthropologique, antiquité à laquelle les fameux silex de Thenay auraient semblé, pendant un instant, donner quelque vraisemblance, — on en arrive aujourd'hui, par des séries d'observations et de calculs fondés sur des faits entièrement différents les uns des autres, à circonscrire cette antiquité entre les limites de dix et quinze mille ans au maximum.

Il arrivera très certainement quelque chose d'analogue au sujet des fameuses théories échafaudées sur les phénomènes du somnambulisme, de l'hypnotisme, de la suggestion et autres de même ordre. Faut-il croire que “ la vieille philosophie „, “ la vieille psychologie „ sont désormais *vieux jeu*, pour employer un vocable à la mode, autrement dit vont tomber dans le domaine historique des erreurs passées, comme la théorie géocentrique de Ptolémée par exemple? Assurément non.

Telle serait cependant la conséquence indiquée, en d'autres termes, il est vrai, par M. Alfred Binet, dans la conclusion de son livre sur *Les Altérations de la personnalité.*

Les faits qu'il expose dans les diverses parties de cet ouvrage sont nombreux et passés au crible d'une soigneuse critique, et nous nous garderons bien d'en contester la scrupuleuse exactitude, la probité scientifique de l'auteur étant visiblement hors de cause. Mais, en les prenant tels qu'on nous les donne, autorisent-ils à en conclure que le *moi* humain " n'est point une entité simple ", mais une unité complexe, composée de plusieurs parties pouvant se manifester pathologiquement en autant de personnalités distinctes (1)?

Encore une fois non.

Que les faits sur lesquels s'appuie une telle conclusion aient été observés sur des somnambules naturels ou spontanés, ou bien mis artificiellement en cet état et paraissant impliquer chez le même sujet plusieurs personnalités successives; ou bien qu'ils aient été fournis par des hystériques se comportant individuellement comme plusieurs personnes dans le même temps; ou bien enfin que, par voie de suggestion, on obtienne sur les sujets en expérience des états analogues; la prétendue multiplicité des personnalités dans un même individu n'est et ne peut être qu'apparente.

Nous ne nous arrêterons pas à cette considération que les faits mis en avant sont des faits anormaux, maladifs, exceptionnels par conséquent; car, d'une part, l'auteur consacre un chapitre à soutenir que les phénomènes intenses observés chez les hystériques peuvent s'observer aussi, quoiqu'à un degré incomparablement plus faible, chez les sujets sains; et, d'autre part, il est des lois qui ne supportent pas l'exception, parce que celle-ci impliquerait la possibilité d'un état différent de l'état essentiel de l'être : dès lors il y aurait toujours doute ou incertitude, car si la personnalité, le *moi*, pouvait se dédoubler réellement en certaines circonstances spéciales, provoquées ou spontanées, ce serait donc que la simplicité, l'unité vraie, ne serait pas essentielle à sa nature.

Mais autre chose est la constatation des faits, autre chose leur interprétation. Or, dans cette interprétation, l'auteur ne tient pas assez compte de la complexité du composé humain, à la fois intelligence et organisme vivant, l'un et l'autre associés de telle sorte que le jeu régulier de celui-ci est la condition indispensable du développement et des manifestations normales de celle-là. D'où il suit qu'un morcellement des facultés organiques (dans

(1) *Les Altérations de la personnalité*, p. 316.

lesquelles sont comprises l'imagination et la mémoire), peut avoir pour effet, chez une seule et même personne, de la faire penser et agir comme plusieurs personnes différentes, non point parce que sa personnalité se serait dédoublée comme on veut le prétendre, mais parce que les défaillances de sa mémoire et de son attention lui ont fait perdre, dans telles circonstances données, la notion du lien qui établit son identité. " On dirait, comme le fait remarquer M. Domet de Vorges, que le cerveau se partage alors en plusieurs compartiments étanches ; dans chacun se produit une série d'actes inconnus des autres „ (1).

Quand M. Binet avance que " le fait primitif „ dans le dédoublement apparent de la personnalité d'un même individu, " c'est la désagrégation des éléments psychologiques „ (2), il n'énonce pas une proposition fausse, mais seulement une vérité incomplète : il ne s'agit pas ici de *tous* les éléments psychologiques, mais des éléments psychologiques *sensitifs*. Or ces éléments, qui dépendent du cerveau et sont, non pas certes la cause, mais la condition de l'exercice des facultés purement intellectuelles, ces éléments étant *désagrégés,* pour employer l'expression de l'auteur, il n'est pas étonnant que les opérations intellectuelles qui s'y rattachent soient elles-mêmes morcelées et paraissent indépendantes les unes des autres, comme si, en effet, elles provenaient de plusieurs personnes différentes.

Il est vrai que cette explication ne saurait être admise si l'on considère la mémoire comme une faculté purement intellectuelle. Mais si l'on admet, comme c'est la vérité, que la mémoire est avant tout un phénomène de la sensibilité, relevant des conditions organiques du cerveau, et qu'elle ne revêt le caractère intellectuel que par une intervention spéciale de l'intelligence et de la volonté, tout peut s'expliquer comme il vient d'être dit plus haut, et le phénomène de plusieurs personnalités se développant chez un seul et même individu n'est qu'apparent : ce n'est pas la personnalité qui se morcelle, ce sont les éléments conditionnels de son entrée en acte.

D'après la psychologie traditionnelle, nous ne connaissons pas le *moi* directement, mais seulement par ses actes. Si, par suite d'un cause pathologique ou autre, ces actes se produisent indépendamment les uns des autres et sans être logiquement reliés par la mémoire, on comprend aisément que le moi, se connais-

(1) Cf. Domet de Vorges, *La Perception et la psychologie thomiste*, p. 80.
(2) *Les Altérations*, p. 315.

sant par des regards séparés et sans lien entre eux, perde de vue leur dépendance réciproque. " Toute méprise sur la personnalité — c'est encore M. de Vorges qui parle — serait impossible, si nous connaissions notre âme dans sa propre nature „ (1).

C. DE KIRWAN.

VI

SYNOPSIS DER HÖHEREN MATHEMATIK VON JOHANN G. HAGEN, S. J., Director der Sternwarte des Georgetown College, Washington, D. C. Erster Band. Arithmetische und algebraische Analyse. — Berlin, Verlag von Felix L. Dames, 47, Tauben-Strasse, 47, MDCCCXCI. — Un volume grand in-4° de VIII-399 pages.

" L'œuvre entreprise par le R. P. Hagen est à la fois colossale dans le travail qu'elle réclame, d'une importance considérable par son utilité indiscutable, enfin véritablement neuve comme conception.

„ Tout homme qui s'adonne aux sciences mathématiques finit par se concentrer dans un cercle assez étroit, science pure ou applications. Mais il arrive à chaque instant qu'il rencontre, dans son propre domaine, des questions dont l'étude réclame des éléments qui lui sont étrangers, soit parce que ces éléments n'étaient pas classiques au temps de ses études, „ soit parce qu'ils appartiennent à une partie élevée de la science. " Alors, pour se mettre au courant, que de recherches et de temps perdu !

„ L'ouvrage que nous annonçons remédie à ce mal. Tous les résultats acquis dans les hautes mathématiques „ jusqu'à une certaine limite que nous signalerons plus bas, " sont ici groupés avec ordre, de façon qu'on s'y oriente avec une grande facilité. Les définitions sont données et expliquées, les théorèmes énoncés ; il ne manque que les démonstrations, et d'abondantes indications bibliographiques permettent au lecteur de les trouver à bonne source. Partout le fil logique reste apparent, ce qui distingue cet ouvrage d'un pur dictionnaire ou recueil de formules. Une foule de notes critiques ou historiques en rendent la lecture plus intéressante. „

(1) Domet de Vorges, *loc. cit.*

Cette appréciation du regretté Gilbert, publiée l'an dernier dans la *Revue bibliographique belge* (30 septembre 1891, p. 367), donne une idée générale très exacte de l'Encyclopédie publiée par le R. P. Hagen, sauf qu'elle ne fait pas connaître les limites entre lesquelles l'auteur a dû forcément borner sa tâche. En général, il s'en est tenu aux sujets exposés dans les meilleurs Traités et dans les Mémoires devenus classiques; il fait connaître pour chaque matière les principaux résultats acquis et, ce qui est très utile, il signale les lacunes qui restent à combler. L'historique de chaque théorie peut se refaire au moyen des innombrables renseignements bibliographiques contenus dans les diverses sections de l'ouvrage. Ces renseignements ont été empruntés aux traités et aux mémoires utilisés pour la composition de l'ouvrage; mais toutes les citations, aussi bien celles des grands mathématiciens depuis Euler que celles des recueils périodiques ont été vérifiées, chaque fois que la chose a été possible.

La *Synopsis* systématique et historique du R. P. Hagen est divisée en douze sections que l'on peut grouper en quatre parties :

Théorie des nombres (nombres entiers, quantités complexes, combinaisons); théorie des séries (séries, produits infinis, fractions continues; différences et sommes); théorie des fonctions, des déterminants, des invariants et des substitutions; théorie des équations.

Nous allons donner l'indication des matières traitées dans chacune de ces douze sections, en traduisant les titres des chapitres dans lesquels elles sont subdivisées.

I. *Théorie des nombres entiers* (pp. 1-42). 1. Décomposition des nombres en sommes : partitions, décompositions en nombres polygonaux, particulièrement en carrés (par exemple, en cinq carrés, sujet sur lequel est cité même le mémoire assez récent de Smith), en formes quadratiques; fractions décimales, avec l'indication des tables les plus récentes de ces fractions. 2. Décomposition en facteurs; indication des tables; propriétés de la fonction $\varphi(m)$. L'auteur dit trop peu de chose des nombres parfaits. 3. Forme et nombre des nombres premiers. L'auteur indique les principaux travaux sur ce sujet difficile, en oubliant de signaler Euclide et le mémoire de Gram (*Mém. de l'Ac. de Copenhague*, 1884), suite et complément de celui de Riemann. 4. Congruences arithmétiques. 5. Résidus. Théorèmes de Fermat et de Wilson.

6. Résolution des congruences. 7. Congruences du premier degré (nombreuses méthodes; soit dit en passant, celle de Poinsot n'a pas vraiment été démontrée par son auteur). 8. Congruences simultanées. 9. Congruences binômes. Racines primitives. 10. Congruences quadratiques. Résidus et non résidus. Au point de vue historique, il y a ici une petite lacune : Kronecker *(Monatsberichte* de Berlin, 22 avril 1875, pp. 267-274), a montré qu'Euler a trouvé le premier l'énoncé complet de la loi de réciprocité ; selon nous, elle devrait porter son nom, ou celui de Gauss qui l'a démontrée. Il faudrait aussi citer ici le mémoire *(J. de Schlömilch, XXX, 1887)*, où Baumgart a analysé la plupart des démonstrations de cette loi célèbre (celles de Schaar exceptées), ainsi que les travaux récents de Kronecker et de Lucas. 11. Indices ou exposants. 12. Congruences algébriques, jusques y compris la théorie des racines imaginaires de Galois. N'y a-t-il pas sur ce sujet d'autres travaux de Dedekind que celui qui est cité p. 37?

II. *Théorie des quantités complexes* (continues ou discontinues) (pp. 43-54). 1. Définitions. Il y a ici une appréciation historique que nous ne partageons nullement. L'auteur fait observer avec justice que c'est Argand qui a inventé, en 1806, la représentation géométrique des imaginaires, en même temps que Buée; qu'il a encore exposé la même chose plus tard (1813-1815), dans les *Annales de Gergonne;* mais il ajoute que c'est Gauss qui l'a fait connaître d'une manière générale dans un article bibliographique où il annonçait l'un de ses propres ouvrages, le 23 avril 1831. Nous doutons fort que l'article anonyme de Gauss, sur un sujet très difficile, la théorie des résidus biquadratiques, enfoui dans un recueil non spécialement mathématique et rédigé en allemand, ait eu sur les géomètres l'influence des articles beaucoup plus accessibles d'Argand publiés en 1813, dans le seul grand journal de mathématiqnes qui existât alors. Dès 1828, Mourey faisait paraître, d'après les idées d'Argand, sa *Vraie théorie des quantités négatives et des quantités prétendues imaginaires,* ce qui prouve que la conception d'Argand était descendue même dans le domaine de l'enseignement élémentaire. 2. Nombres complexes de Gauss. 3. Nombres complexes de Kummer. 4. Nombres complexes généraux.

Les sujets abordés dans cette seconde section et les ouvrages cités, qui comptent parmi les écrits les plus profonds que l'on ait jamais publiés sur les mathématiques (par exemple, les *Grundzüge* de Kronecker), montrent dans quel esprit élevé est conçue la *Synopsis.*

III. *Théorie des combinaisons* (pp. 55-68). 1. Permutations. 2. Combinaisons. 3. Arrangements ou plutôt permutations à deux indices. 4. Propriétés des coefficients binômiaux. 5. Somme des coefficients binômiaux. Dans le dernier chapitre plusieurs formules appartiennent à l'auteur.

IV. *Théorie des séries* (pp. 69-113). Cette section est l'une des plus importantes de la *Synopsis* et l'une de celles qui contiennent le plus de renseignements précieux. L'auteur indique au début comme ouvrages principaux consultés le *Calcul différentiel,* d'Euler ; le *Traité des différences,* de Lacroix; le *Traité élémentaire des séries,* de Catalan; les *Résumés analytiques* et l'*Analyse algébrique,* de Cauchy, enfin l'*Histoire des séries,* de Reiff; mais il s'est beaucoup servi, dans son exposition, d'un grand nombre d'autres écrits et en particulier de ceux de Pringsheim. On peut regretter qu'il n'ait pas connu ceux de Cesáro, si remarquables au point de vue de la rigueur et de la précision. Nous aurions voulu aussi voir employer les désignations suivantes : *Série indéterminée* (Olivier, Catalan) = série non convergente, où la somme de n termes n'a pas une limite infinie ; *équiconvergente* (Gilbert) = Gleichmässig convergent ; *semi-convergente* (Jordan) = bedingt convergent ; *série pseudo-convergente* = série convergente en apparence seulement, comme la série de Stirling, et que Legendre *(Exercices de calc. int.,* 1811, p. 394) appelait *demi-convergentes (halbconvergente Reihe* de la *Synopsis,* IV, I, A, n° 3, p. 70).

Voici le détail des matières traitées dans la quatrième section : 1. Convergence et divergence : définition; conditions générales (il aurait fallu donner ici le criterium général de Cauchy, qui est insuffisant dans le sens critiqué par Catalan, mais nécessaire et suffisant quand on l'entend dans le sens de Cauchy. Voir notre *Résumé du Cours d'analyse infinitésimale de l'Université de Gand,* pp. 234-241, ou Bertrand, *Algèbre,* t. II, pp. 3-4); criteriums spéciaux; séries imaginaires ou multiples; transformation des séries. 2. Calcul des séries : addition, multiplication, division, élévation aux puissances, extraction de racines, logarithme d'une série, dérivation et intégration (incomplet); usage des séries divergentes. 3. Séries arithmétiques. Quelques formules seraient plus simples si l'auteur employait la notation $\nabla^n u$ pour u_n. 4. Séries harmoniques : du premier ordre, constante d'Euler; d'ordre supérieur; fonctions de Bernoulli; nombres de Bernoulli (on pourrait signaler ici les démonstrations de la formule de V. Staudt, données par Lucas et Cesáro). 5. Séries

ordonnées suivant les puissances de la variable : convergence et continuité ; séries récurrentes ; séries géométriques ; séries hypergéométriques ; séries dont chaque terme est une partie aliquote du précédent. 6. Développement des fonctions en séries : Théorèmes généraux de Cauchy, Taylor, Maclaurin, Lagrange, Liouville ; séries binômiale, exponentielle ; série logarithmique ; séries trigonométriques, nombres d'Euler ; théorème de Lindemann sur π. Pourquoi n'est-il rien dit ici du théorème analogue de Hermite sur e ?

V. *Produits infinis et facultés* (114-124). 1. Produits infinis : convergence ; développements des fonctions en produits infinis ; transformation en série. 2. Facultés : définitions, formules fondamentales, transformation en série. 3. Factorielles ; ici plusieurs propriétés de la fonction gamma.

VI. *Fractions continues* (125-141). 1. Définition. 2. Réduites. 3. Réduites secondaires. 4. Convergence. 5. Inversion et symétrie. 6. Fractions continues périodiques. 7. Développement des fonctions et des séries en fractions continues. 8. Fractions continues d'ordre supérieur. 9. Fractions continues ascendantes. Sauf erreur, on ne trouve pas cités dans ce chapitre, ni l'important Mémoire de Hermite *Sur la fonction exponentielle* (1873), ni l'excellent manuel de Possé, *Sur quelques applications des fractions continues* (Pétersbourg, 1886).

VII. *Différences et sommes* (142-171). 1. Différences. Ici surtout la notation par le delta renversé aurait rendu plusieurs formules plus intuitives. 2. Sommes. 3. Interpolation (la formule de Newton pour des ordonnées équidistantes *ou non*, est déjà dans les *Principes*. On peut aussi citer sur la matière les deux monographies de Merrifield et de Radau). 4. Équations aux différences, du premier ordre, linéaire ou non, du $n^{\text{ème}}$ ordre et linéaire, aux différences partielles, aux différences mêlées.

VIII. *Théorie des fonctions* (172-241). 1. Définitions relatives à la théorie générale des fonctions : fonctions rationnelles, irrationnelles, algébriques (définition trop étroite selon nous), transcendantes ; zéros, infinis, résidus. 2. Fonctions d'une variable complexe : définition ; dérivée (théorème fondamental trop peu précis), surfaces de Riemann. 3. Propriétés générales sur une surface de Riemann, en un point ordinaire, en un point de discontinuité, en un point d'embranchement. 4. Inversion des fonctions. 5. Déterminants fonctionnels. 6. Résultants et discriminants. 7. Fonctions homogènes. 8. Fonctions symétriques. 9. Fonctions alternantes. 10. Substitutions linéaires : matrices ;

substitutions quelconques, spécialement pour les fonctions bilinéaires et quadratiques ; substitutions orthogonales.

IX. *Théorie des déterminants* (215-228). 1. Définition. 2. Propriétés fondamentales : transformations, sommes, produits; déterminants bordés. 3. Mineurs. 4. Systèmes adjoints. 5. Déterminants spéciaux: symétriques, hémisymétriques, gauches, etc. Dans cette section, l'auteur aurait pu utiliser davantage les Mémoires, le *Treatise* et l'*History* de Muir.

X. *Théorie des Invariants* (219-280). Les auteurs cités en tête de la section sont Gordan, Salmon, de Bruno, Clebsch. L'introduction historique ne mentionne pas les invariants différentiels rencontrés d'abord par Ampère et Cauchy. 1. Représentation symbolique. 2. Substitutions linéaires; définition des invariants. 3. Propriétés fondamentales et équations différentielles. 4. Polarisation ; omégalisation. 5. Transvection partielle (Faltung) et transvection. 6. Émanants, combinants, évectants. 7. Types et formes associées. Représentation par des covariants doublement ou simplement binaires. 8. Systèmes complets. 9. Formes linéaires. 10. Formes quadratiques. 11. Formes quadratiques spéciales (de l'octaèdre, du tétraèdre, du cube, de l'icosaèdre d'après Klein). 12. Formes premières. 13. Formes cubiques. 14. Système d'une forme quadratique et d'une forme cubique. 15. Système de deux formes cubiques. 16. Formes biquadratiques. 17. Forme canonique et rapport anharmonique des formes biquadratiques. 18. Système d'une forme quadratique et d'une forme biquadratique. 19-22. Système complet, et représentation typique et canonique des formes du 5e et du 6e degré.

Cette section, où l'auteur a eu le courage de résumer les résultats établis dans les ouvrages fondamentaux cités au début et dans beaucoup de mémoires de Sylvester, Cayley, Klein, etc., devra être complétée, dans une seconde édition, par l'indication des travaux de Hilbert et de Deruyts. Il y aussi, croyons-nous, des écrits italiens sur la matière qui ne peuvent être passés sous silence.

XI. *Théorie des substitutions* (281-305), d'après Cauchy, Serret, Jordan, Netto, avec des indications sur les travaux de Lie. 1. Définition; ordre. 2. Décomposition; classe. 3. Espèces de substitutions, semblables, permutables, arithmétiques, géométriques. 4. Systèmes conjugués et groupes : définitions et théorèmes. 5. Indices des systèmes conjugués. 6. Représentation par des fonctions. 7. Groupes linéaires. 8. Groupes de substitutions des expressions algébriques.

XII. *Théorie des équations* (306-375). Les auteurs cités en tête de cette section sont Bézout, Waring, Galois, Serret, Jordan. 1. Définition. 2. Nombre des racines et racines égales. Les indications historiques relatives au théorème fondamental doivent être rectifiées et complétées. L'auteur ne distingue pas assez des autres les preuves qui peuvent revêtir une forme purement arithmétique, comme dit Kronecker (p. 308, dernière ligne; par une malheureuse faute d'impression, il y a, dans le texte, Weierstrass au lieu de Kronecker); telle est la seconde preuve de Gauss et celles qui lui ressemblent, par exemple, très probablement, celle de Walecki (1882), qui n'est pas citée; puis celle d'Argand, qui date de 1806 (elle a paru dans le livre cité, p. 45, ligne 9), et que Lipschitz a rendue à peu près inattaquable. Cette preuve d'Argand n'est pas une transformée de celles de Gauss ou de Cauchy, contrairement à ce que dit le R. P. Hagen; mais les essais de démonstrations de Legendre, de Liouville et de Sturm ne diffèrent pas substantiellement du travail d'Argand. La théorie des racines égales est aussi beaucoup plus difficile qu'elle n'en a l'air, comme l'a vu Gauss (2e preuve) et comme il ressort des travaux de Kronecker. Selon nous, le point de vue arithmétique doit dominer de plus en plus la théorie des équations tout entière. 3. Composition des équations. 4. Fonctions symétriques. 5. Transformations. 6. Séparation des racines. N'aurait-il pas fallu dire ici un mot de la méthode des différences, améliorée par Choquet, et du théorème de Newton, généralisation de celui de Descartes? Remarquons aussi que Budan a trouvé, non seulement le théorème que l'on attribue souvent à tort à Fourier, mais aussi d'autres théorèmes très curieux qui ont peut-être suggéré à Cauchy ses recherches sur la séparation des racines imaginaires. Dans ce chapitre, la littérature relative au théorème de Sturm est bien résumée; toutefois le mémoire de Gilbert est oublié. 7. Résolubilité algébrique. Recherches de Lagrange, Abel, Galois, Kronecker, Jordan. 8. Résolution des équations algébriques : équations des quatre premiers degrés (d'après Serret, mais en tenant compte de Matthiessen); des équations réductibles aux quatre premiers degrés; équations du 5e degré et des degrés supérieurs; équations binômes; équations abéliennes générales et spéciales. 9. Résolution des équations numériques; racines rationnelles; racines irrationnelles. Nous pensons que la *regula falsi* a été exposée, pour la première fois, d'une manière générale, par S. Stevin; à propos de celle de Gräfe, on devra citer maintenant l'excellente dissertation de Carvallo.

10. Équations linéaires simultanées. A ajouter aux mémoires cités, celui de Rouché (*J. de l'Éc. polyt.*, 1880, cahier 48) et de Méray (*J. de Liouville*, 1884). 11. Équations simultanées de degré supérieur : degré de l'équation finale; calcul de cette équation; solutions communes. Les résultants de Sylvester et de Cauchy pourraient s'écrire d'une manière qui permettrait de mieux voir leurs propriétés, comme nous l'avons montré dans les *Bulletins de l'Académie de Belgique*, 1878-79. 13. Équations indéterminées.

Table des matières; table des principaux ouvrages cités; table alphabétique des sujets traités (14 pages in-4°); *errata* (377-399). Ces diverses tables sont extrêmement utiles, surtout la troisième qui permet de retrouver rapidement les renseignements dont on a besoin. Voici quelques additions à la table des auteurs, que nous soumettons à l'auteur pour une future édition de la *Synopsis :* 1° Baltzer, *Elemente der Mathematik;* Lucas, *Théorie des nombres;* Chrystal, *Algebra:* trois ouvrages où abondent les renseignements bibliographiques et dont les deux derniers sont très originaux. 2° Les traités ou manuels d'analyse de Jordan, Lipschitz, Peano, Thomae, qui contiennent un exposé plus rigoureux de la théorie des fonctions que celui de Briot et Bouquet, 3° Le *Giornale* de Battaglini pourrait être utilisé davantage ; il serait bon de faire les citations d'Abel d'après la seconde édition de ses œuvres, plus complète et plus exacte que la première ; enfin, dans la théorie des nombres, il y aurait lieu de citer les Euleri *Commentationes arithmeticae collectae* (Petropoli, 1849).

L'analyse qui précède, où nécessairement nous n'avons pu entrer dans quelques détails que là où nous avons l'une ou l'autre observation critique à faire, peut donner une idée du nombre immense de questions résumées par l'auteur; mais ce n'est que l'étude d'un chapitre déterminé qui révèlera au lecteur la valeur de cette encyclopédie systématique. On peut dire que c'est une carte presque toujours minutieusement exacte de cette province si étendue du domaine mathématique : l'analyse arithmétique et l'analyse algébrique.

La *Synopsis* est le résultat d'un travail colossal d'assimilation et de coordination que l'on ne peut donc trop recommander aux géomètres, à cause des renseignements sûrs vraiment innombrables qu'elle contient et des recherches et tâtonnements qu'elle leur épargnera.

P. Mansion.

VII

De la race et de la langue des Hittites, par Léon De Lantsheere. Mémoire présenté au second Congrès scientifique international des catholiques, tenu à Paris, au mois d'avril 1892. — Bruxelles, J. Goemaere, 1891. — In-8°, VIII-129 pp.

Le nom de M. Léon De Lantsheere, associé à celui des Hittites, rappelle sans doute à nos lecteurs un article qui parut en 1887 dans la *Revue des questions scientifiques,* sous ce titre : *Hittites et Amorites* (1). Il y a, en effet, quelques années déjà que notre jeune et érudit confrère de la Société scientifique poursuit, à ses heures de laborieux loisir, la solution du curieux problème ethnographique et linguistique posé au sujet des Hittites. Nous possédons, dans le présent travail, le résultat de ses consciencieuses et très complètes investigations.

La question hittite passionne depuis longtemps les esprits; dire le nombre des hypothèses qu'elle a soulevées serait chose impossible. Rien qu'à citer les travaux auxquels elle a donné le jour, un bibliographe aurait besogne bien taillée. Mais que penser des espérances provoquées par les prétendues solutions du problème? Grâce aux Hittites, on allait enfin éclaircir le mystère de l'origine des peuples caucasiens, soulever le voile qui couvre le berceau de la nation étrusque, tracer les migrations des premiers peuples de l'Asie mineure et relier l'art de la Grêce ancienne au foyer de la civilisation orieutale. D'autres, plus audacieux, ont retrouvé dans la langue hittite l'accadien et le basque, dans l'alphabet les inscriptions sibériennes, les écritures celtibérienne, cypriote, coréenne, les symboles des Mound-builden et les pictographies mexicaines.

Dans ce fouillis d'hypothèses, le lecteur inexpérimenté commençait à perdre pied. Il était donc urgent de fixer des points de repère sûrs et de mettre de l'ordre dans l'ensemble des connaissances positives qui sont acquises sur les Hittites. Voilà le but qu'a voulu poursuivre M. De Lantsheere. Dès longtemps préparé à cette tâche, il l'a menée à bonne fin.

L'ouvrage se divise en trois parties : dans la première sont étudiées les sources dont nous disposons pour l'histoire des Hittites; la seconde s'occupe de leur race et de leur langue; enfin,

(1) Tome XXI, pp. 563-75.

dans la troisième, l'auteur développe longuement les conclusions certaines qui, à l'heure présente, se dégagent des recherches.

Les Hittites sont connus par la Bible, par les documents égyptiens et assyriens et surtout par les monuments hittites eux-mêmes. Il y a six ans, le compte rendu que nous faisions, dans cette même *Revue,* de l'ouvrage de M. Wright sur les Hittites, nous amenait à indiquer en détail l'ensemble des données que fournissent ces différentes sources (1). On nous permettra de nous reporter à ce précédent travail, et de n'insister que sur les faits nouveaux apportés par M. De Lantsheere. Le lecteur n'en jugera que mieux du progrès qui a été accompli.

M. De Lantsheere insiste beaucoup, et avec raison, sur l'importance de la découverte des fameuses tablettes de Tell-Amarna (2). En effet, ces documents mettent sous les yeux " la marche en avant des Hittites, qui cherchent dès cette époque à s'étendre dans la partie de la Syrie qu'ils occuperont plus tard. „

M. Wright publiait dans son ouvrage vingt-cinq planches d'inscriptions hittites. Depuis lors, l'expédition Humann et Puchstein en a mis au jour un grand nombre en Syrie, pendant que MM. Ramsay, Hogarth et Munro en découvraient d'autres en Asie mineure.

Pour ce qui concerne les monuments figurés, M. De Lantsheere a eu l'heureuse idée de les classifier par leurs détails caractéristiques : coiffures, vêtements, armes. Ce groupement facilite l'étude comparative. Il s'en dégage une première impression : tous ces monuments trahissent une parenté évidente. De là il n'y a qu'un pas à cette autre question : quel peuple a exercé cette influence ?

Mais d'abord y a-t-il lieu de parler de population, de race hittite ? M. De Lantsheere le pense, sans aller toutefois jusqu'à admettre l'existence " d'une race *homogène* répandue avec continuité depuis la Syrie jusqu'aux bords de la mer Égée. „ Toutefois, il faut bien supposer " un minimum de population de race hittite, existant au nord de la Syrie et étendant ses ramifications jusqu'au delà du Taurus. „ Du reste, les Égyptiens nous ont transmis dans leurs représentations figurées le type anthropologique du Hittite. En voici les traits caractéristiques : " front très déprimé, angle facial petit. Le nez, saillant et droit, forme une ligne presque continue avec le front;... l'œil est relevé à la chinoise. „

(1) *Revue des questions scientifiques*, tom. XX, 1886, pp. 22 sqq.
(2) *Ibid.*, janv. 1889, pp. 143-81 ; juill. 1889, pp. 79-98.

Avant de rechercher à quel groupe ethnologique se rattachent les Hittites, M. De Lantsheere passe en revue les hypothèses diverses émises sur leur langage. Il s'arrête principalement aux systèmes de MM. Sayce, Conder, Ball et J. Halévy. Ces deux derniers, qui font du hittite, le premier une langue aryenne, le second un idiome sémitique, sont résolument écartés. Sans approuver toutes les interprétations de MM. Sayce et Conder, M. De Lantsheere pense qu'il faut tenir compte de bon nombre des analogies proposées par eux.

Voici maintenant les conclusions que M. De Lantsheere croit pouvoir défendre au sujet des Hittites :

1° Les Hittites avaient un type physique spécial, fort différent dn type des Sémites. Leurs propres monuments et les représentations égyptiennes fournissent à cet égard un témoignage irrécusable.

2° Une influence artistique et civilisatrice, partie des Hittites, et qui avait, à une certaine époque, son centre en Syrie, a rayonné, à travers l'Asie mineure, jusqu'aux confins de l'Europe.

3° La langue des Hittites était apparentée à celle des peuples de Gamgoum, Patin, Milid, Tabal et de la Cilicie; le syllabaire cypriote pourrait bien être dérivé des hiéroglyphes hittites.

4° Ce système hiéroglyphique, les Hittites l'ont inventé hors de la Syrie et avant le xve siècle.

J. G.

VIII

Traité théorique et pratique des moteurs a gaz, par Aimé Witz, ingénieur des arts et manufactures, docteur ès sciences, professeur à la Faculté libre des sciences de Lille. 3e édition, revue et considérablement augmentée. — In-8°, 435 pp. — Paris, E. Bernard et Cie.

M. Witz s'est attaché, depuis un grand nombre d'années déjà, à l'étude des moteurs à gaz. Ses recherches théoriques et expérimentales sur ce sujet ont donné aux nombreux écrits qu'il a publiés une haute valeur scientifique et pratique, dont l'importance est grandement appréciée par ceux qui s'intéressent aux progrès que fait chaque jour la machine à gaz sur son aînée, la machine à vapeur. Le mérite de l'auteur est du reste bien connu des lecteurs de cette *Revue,* dans laquelle il a publié de

nombreux articles; ajoutons que la Société industrielle du Nord de la France vient de lui décerner une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux sur les moteurs à gaz.

Le livre est précédé d'une liste des principales publications de l'auteur sur la question, et des ouvrages et mémoires consultés; cette bibliographie facilitera les recherches, et constitue un exemple que nous serions heureux de voir plus largement suivi.

L'auteur s'attache surtout à faire ressortir dans ce traité, dont un compte rendu de la 1re édition a déjà paru dans cette *Revue* (tome XIX, avril 1886, pp. 565-574), l'union étroite qui existe entre les études théoriques et les résultats que donne la pratique : les théories de l'auteur permettront au praticien de sortir du cercle étroit de la routine, et de suivre décidément la voie du vrai progrès.

Le chapitre 1er contient un historique des moteurs à gaz (1). " Cet exposé, comme le dit l'auteur, nous permet de suivre les développements successifs qui ont transformé et perfectionné la conception primitive des premiers inventeurs, avant d'atteindre au degré de perfectionnement relatif que nous constatons aujourd'hui. „

Une longue et laborieuse période d'invention a précédé la période d'application dans laquelle nous sommes entrés depuis 25 ans. Maintenant le moteur marche, il rend des services signalés à la petite industrie. Bientôt commencera, nous en avons l'espoir fondé, une période de perfectionnement qui abaissera le prix de revient de l'unité de travail, et permettra au moteur à gaz de concourir avec la machine à vapeur à la production des forces motrices les plus considérables.

Malgré la diversité des cycles réalisés ou même réalisables en pratique, ils rentrent tous, d'après l'auteur, dans l'une des quatre classes suivantes.

I. Moteurs à explosion sans compression.
II. Moteurs à explosion avec compression.
III. Moteurs à combustion avec compression.
IV. Moteurs atmosphériques et mixtes.

Voici un court exposé de la façon dont s'accomplit le travail dans chacune des machines-types, et que nous empruntons au chapitre II :

Dans les moteurs du premier genre, " une certaine quantité

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, tome XIII, janvier 1883.

d'air et de gaz est aspirée dans le cylindre, sous la pression atmosphérique; à mi-course du piston environ, la communication avec l'extérieur est interrompue, et une étincelle vient provoquer la détonation du mélange; il en résulte une expansion subite, qui pousse le piston en avant, et les gaz se détendent jusqu'à fond de course; le mouvement de retour du piston rejette les gaz dans l'atmosphère.

„ Au lieu d'aspirer le mélange et de l'emflammer aussitôt, sous la pression de l'atmosphère, on peut le comprimer d'abord à trois ou quatre atmosphères, et le faire détoner sous le volume réduit qu'il occupe. C'est ce que font Milton, Otto, Clerk et tant d'autres dans les moteurs du second type. La compression peut se faire dans un cylindre spécial, ou bien dans le cylindre moteur lui-même, qui doit alors être pouvu d'une chambre de compression. Celle-ci augmente évidemment ce qu'on appelle l'espace nuisible dans les appareils à piston moteur.

„ Mais au lieu de faire détoner instantanément le mélange à volume constant, on peut le faire brûler graduellement à pression constante : Brayton et Simon opèrent de la sorte. Ils ont créé le troisième type, caractérisé par la combustion du gaz et non plus par son explosion. Le reste des opérations peut être d'ailleurs identique aux transformations des types précédents : ainsi la combustion n'exclut pas la compression préalable.

„ Reste le quatrième type, qui est fort différent des autres. Otto et Langen crurent reconnaître que l'échauffement énorme du cylindre provenait de ce que la vitesse du piston était trop faible ; ils eurent dès lors l'idée de rendre le piston indépendant au moment de l'explosion, et de ne le faire travailler qu'au retour. A cet effet, la tige du piston portait une crémaillère qui n'entraînait l'arbre moteur que dans un sens, alors que le piston redescendait sous l'influence de la pression atmosphérique : c'était la seule période motrice. Voici dès lors la suite des opérations du cycle : l'aspiration du mélange se fait d'abord; puis, le piston étant arrivé au tiers de sa course ascendante, l'explosion a lieu; le piston est lancé au haut du cylindre, et il ne s'arrête que lorsque la détente et le refroidissement des gaz ont amené les produits de la combustion à une pression absolue égale à environ un quart d'atmosphère; sous l'action de l'atmosphère et du poids du piston, celui-ci redescend en refoulant le mélange et en l'expulsant.

„ Nous venons de décrire le type pur du moteur atmosphérique; il est pour le moment presque abandonné. Par contre, on

a créé un grand nombre de petits moteurs d'un type mixte : tel est le moteur de Bisschop. Dans cette machine, l'explosion agit comme force motrice pendant la montée du piston, et la pression atmosphérique pendant sa descente. Ce sont des moteurs à double effet, dans lesquels, il est vrai, l'action atmosphérique est la moins puissante. „

Dans le chapitre IIIe, après avoir exposé, d'une manière claire et précise, les notions indispensables de thermodynamique, l'auteur établit un parallèle frappant entre la machine à vapeur et la machine d'Ericson. Il constate d'abord que si la machine à vapeur n'est pas parfaite, elle a occupé, du moins jusqu'à présent, le premier rang par la régularité et la sûreté de sa marche. Il montre ensuite que le cycle théorique qu'elle parcourt est cependant loin d'être aussi avantageux que celui des machines à gaz.

Rappelons, pour le démontrer succinctement, que le rendement du cycle de Carnot est un maximum théorique, qu'il est impossible d'atteindre en pratique. Il en résulte que, si même on disposait d'appareils permettant d'élever la température de la vapeur d'eau à 400° C (673° absolus), et en même temps d'abaisser la température du réfrigérant à 0° C (273° absolus), le rendement théorique de cette machine idéale serait encore inférieur à 60 p. c. S'appuyant sur des considérations d'ordre purement pratique, l'auteur nous montre d'une façon décisive qu'avec les matériaux de construction dont nous disposons, ce rendement théorique ne peut même atteindre 40 p. c.

Dans un moteur à gaz à compression préalable, la température des produits de la combustion atteint 1603° C (1876 absolus) lors de l'explosion, et peut être réduite à 50° C lors de l'expulsion. Le rendement du cycle de Carnot pour ces deux températures est de 82 p. c.

Il ressort clairement de là que la machine à gaz possède sur la machine à vapeur un avantage théorique considérable. Si la machine à vapeur, malgré son infériorité théorique, a généralement eu la préférence, c'est qu'elle a été mieux étudiée, qu'elle réalise bien mieux les conditions essentielles de son cycle : en effet, dans le moteur à gaz, à cause des hautes températures que l'on atteint, on est obligé de refroidir énergiquement les parois du cylindre. Il en résulte une déformation profonde du cycle, et nous sommes, dès lors, fort éloignés des conditions théoriques sous lesquelles nous avons étudié ces moteurs.

De la théorie établie dans le chapitre précédent et de ses

expériences personnelles, M. Witz tire des conclusions qui nous semblent décisives. Elles indiquent la direction vers laquelle doivent tendre les efforts, les défauts auxquels il faut remédier; et dans la plupart des cas, il fait connaître la méthode la plus rationnelle de les éviter.

Une étude générale de la combustion des mélanges tonnants forme le chapitre v de l'ouvrage : la composition d'un gaz, son état de dilution dans l'air, la pression, sont autant de facteurs qui modifient profondément son pouvoir calorifique. Tous ces points ont été étudiés avec un soin méticuleux; ils sont du reste d'une importance capitale au point de vue de l'étude des phénomènes qui se passent à l'intérieur du cylindre des moteurs à gaz.

Après avoir exposé les différents modes de production du gaz destiné à l'alimentation des moteurs, l'éminent ingénieur aborde dans le chapitre vi la théorie et l'étude du cycle de chacun des moteurs-types; il détermine le rendement théorique et fait la comparaison du cycle réellement suivi avec le cycle de Carnot.

L'étude des mélanges tonnants permettait de prévoir, et M. Witz établit, mais cette fois d'une façon purement théorique, les heureux effets d'une compression préalable et d'une longue détente.

L'étude expérimentale des moteurs à gaz constitue le chapitre vi de l'ouvrage.

De toutes les causes qui déforment le cycle théorique, l'échange de chaleur qui se fait par la paroi est sans contredit la plus importante. La perte que l'on subit de ce chef, ainsi qu'il ressort de nombreuses expériences, n'est pas inférieure à 40 p. c. de la chaleur totale de combustion du gaz. L'action de la paroi déforme non seulement le cycle, mais encore elle produit les combustions incomplètes que l'on remarque dans les cylindres. Pour porter remède à son influence néfaste, l'auteur énonce les deux lois suivantes, en s'appuyant pour en démontrer le bien fondé sur de nombreuses expériences personnelles.

1° *L'utilisation croît avec la vitesse de détente.*

2° *La combustion des mélanges tonnants est d'autant plus rapide que la vitesse de détente est plus grande.*

Les nombreux essais faits par le savant professeur et ses nombreuses recherches donnent aux conclusions qu'il en tire une valeur considérable. Elles ne sont point le fait d'un théoricien, mais bien d'un ingénieur qui n'oublie pas combien de fois la théorie pure se trouve mise en défaut par les exigences de la pratique.

Le calcul d'une machine à gaz fait l'objet du chapitre suivant. Ce calcul ne peut guère se faire que par comparaison avec des moteurs déjà existants : en effet, les facteurs qui interviendraient dans une formule d'établissement sont trop nombreux et d'ordre trop variable pour qu'il soit possible de les réunir sous une forme simple et facilement maniable. M. Witz nous donne, du reste, un grand nombre de dimensions prises sur des moteurs de fabricants bien connus, en même temps qu'il nous indique la manière de faire usage de ces chiffres.

Environ cinquante moteurs ont été décrits et étudiés dans la monographie que nous donne l'auteur. Ce chapitre comprend la description de chaque machine avec ses points saillants. Un grand nombre de dessins d'ensemble et de détails permettent du reste de se rendre compte de la diversité des types.

L'allumage, la mise en train, la lubrification, etc., ne pouvaient guère être passés sous silence; ils présentaient des difficultés sérieuses, et leur solution a mis l'ingéniosité des inventeurs à l'épreuve. M. Witz les a réunis dans un chapitre spécial, dans lequel le mérite de chacune des solutions proposées se trouve discuté consciencieusement.

Un aperçu sur l'état présent et l'avenir des moteurs à gaz termine l'ouvrage : d'après l'auteur, les moteurs à gaz remplacent déjà avantageusement la machine à vapeur pour la production des petites forces, mais le temps n'est pas éloigné où la lutte commencera entre les deux rivales pour la production des forces les plus considérables.

Nous ajouterons simplement que nous partageons cet espoir, et que l'ouvrage de M. Witz ne peut manquer d'exercer l'influence la plus heureuse sur les progrès futurs que l'on réalisera certainement.

J. Ledent.

IX

Le Grisou, par H. Le Chatelier, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École nationale des Mines *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — Petit in-8° de 187 pp. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1892.

Depuis de longues années déjà le nom de M. Le Chatelier figure avec honneur dans les procès-verbaux de la Commission du grisou. Les *Annales des Mines* et la revue *Industrie minérale*

ont plus d'une fois ouvert leurs colonnes aux communications, toujours si lucides et si originales parfois, du célèbre ingénieur-chimiste sur le terrible fléau de nos exploitations houillères. Aussi le petit volume que nous présentons au lecteur traite-t-il la question du grisou avec toute la compétence que réclamait la réputation déjà si bien établie de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*.

Le but de l'auteur est d'aider les directeurs des mines de houille à prévenir ces terribles catastrophes qui amènent parfois dans l'espace de quelques minutes la mort de plusieurs centaines d'ouvriers.

Dans un premier chapitre, M. Le Chatelier traite de la nature et de l'origine du grisou. Les analyses ont été effectuées sur du gaz recueilli dans des *trous de sonde* ou dans des *soufflards* (on nomme ainsi des dégagements continus se produisant par les fissures du massif de houille ou des roches encaissantes); les autres procédés d'échantillonnage ne donnent pas les garanties de pureté désirables. Contrairement à l'opinion accréditée, ces analyses n'accusent dans le grisou comme gaz combustible que le méthane. Le fait mérite d'être relevé, car l'hydrogène, l'éthylène, l'éthane, signalés parfois avec une certitude très contestée, augmenteraient notablement par leur présence le danger du grisou à cause de leur plus grande inflammabilité. Quant à l'odeur dégagée par certaines couches de houille, l'auteur l'attribue à des traces indosables de vapeurs de carbures lourds, liquides ou solides. L'anhydride carbonique et l'azote mélangés au méthane dans les mines, sont avec ce dernier gaz les produits normaux de la décomposition des matières végétales, comme le prouve la production actuelle du gaz des marais. En conséquence, on admet généralement aujourd'hui que le grisou, contemporain de la houille, y reste emprisonné sous un manteau épais de morts-terrains pesants et imperméables, jusqu'au moment de l'exploitation du gisement. Il résulte des travaux de MM. Lindsay-Wood et Mallard que le mélange gazeux est renfermé dans la houille et les roches encaissantes comme l'eau dans un corps poreux, et qu'il y est comprimé à des pressions considérables, allant jusqu'à 32 kg. par centimètre carré. La quantité normale du grisou est très variable; elle dépend, entre autres, de l'état physique et de la composition de la houille, de la régularité des couches, du développement des travaux autour du puits d'extraction, du voisinage de travaux antérieurs : la mine d'Ath Gouley a donné 67 $^{m^3}$ de grisou par tonne de charbon extrait. Mêmes variations

pour le mode de dégagement du gaz. De temps en temps l'ouverture d'une cavité pleine de grisou donne passage à un jet de gaz que l'on appelle *soufflard :* on cite des soufflards géants où le gaz était assez abondant pour être canalisé et employé à l'éclairage. D'autres fois des éboulements considérables du toit, la pulvérisation spontanée et violente de grandes masses de houille, l'abatage de bancs très durs et moins poreux donnent naissance à des *dégagements instantanés* redoutés à juste titre.

Sur tout le front de taille du massif et sur les surfaces mises à nu du toit et du mur de la couche, il suinte normalement du grisou en quantités proportionnelles à la réserve de gaz accumulé, à la pression du grisou, à la perméabilité de la roche et surtout au nombre et à la profondeur des fissures naturelles et des cassures. L'opinion très répandue qui n'attribue qu'une influence négligeable aux vieux travaux paraît être erronée; à Ath Gouley les observations leur ont fait attribuer plus de la moitié du dégagement total. Il fut un temps où l'on admettait une relation entre les variations de la pression atmosphérique et la rapidité du dégagement du grisou. Cette théorie du baromètre est aujourd'hui démodée, grâce surtout aux recherches récentes de la Commission autrichienne du grisou : une variation de pression de quelques centièmes d'atmosphère ne peut avoir aucune influence appréciable sur l'écoulement d'un gaz comprimé primitivement à plusieurs dizaines d'atmosphères.

Certains puits très grisouteux dégagent jusqu'à 10 000 mètres cubes de grisou par 24 heures, et il suffit d'une accumulation de 10 mètres cubes de ce gaz pour amener dans certaines conditions une explosion épouvantable. Ces conditions, M. Le Chatelier les précise dans le deuxième chapitre, où il traite successivement des propriétés physiques et chimiques du grisou, de sa combustibilité dans l'air, de la température d'inflammation, des limites d'inflammabilité, et enfin de la question capitale de l'influence des parois froides et des toiles métalliques sur la propagation de la flamme. Les mélanges d'air et de grisou s'enflamment et brûlent de proche en proche, pourvu que la proportion de gaz inflammable sur 100 de mélange soit comprise entre 6 p. c. et 16 p. c., et qu'une partie de la masse soit portée à 650° pendant quelques secondes au moins. L'inflammation du grisou dépend en effet et de la température et du temps d'échauffement. Au-dessus de 650°, le grisou prend feu plus vite. Aux températures plus basses, il subit une combustion lente sans flamme qui, en présence des corps poreux, peut être sensible dès 200°. La vitesse de

propagation de la flamme varie avec la proportion de grisou; elle est maxima pour un mélange renfermant un certain excès de gaz combustible; l'agitation de la masse gazeuse l'augmente, et la porte de $0^m,60$ par seconde à des extrêmes évalués à plusieurs centaines de mètres. Le contact de parois froides diminue l'inflammabilité jusqu'à empêcher même la combustion, dans des tubes à diamètre suffisamment faible. Or les toiles métalliques peuvent être considérées comme une agrégation d'un grand nombre de petits tubes juxtaposés dont la longueur et le diamètre seraient très faibles; leur rôle dans les lampes de sûreté consiste à refroidir suffisamment les produits de la combustion du mélange explosif, qui s'est allumé à la flamme et brûle à l'intérieur, pour que l'inflammation ne puisse se transmettre au mélange explosif qui entoure la lampe; leur efficacité est malheureusement subordonnée à une foule de conditions que de tristes accidents ont bien des fois mises en évidence et que les essais du laboratoire ne font pas toujours prévoir.

La nature du gaz combustible, les proportions dans lesquelles il est mêlé à l'air, le pouvoir diffusif des toiles pour la chaleur, la nature du métal, le diamètre des fils, l'ouverture des mailles, voilà autant de points dont les constructeurs de lampes de sûreté ont eu à tenir compte. Il n'y a pas jusqu'à l'agitation éventuelle du mélange gazeux qui ne doive les préoccuper, car on a vu des toiles, parfaitement efficaces pour le grisou au repos, livrer passage à la flamme dans un courant de gaz animé d'une certaine vitesse.

Toutes les données qui précèdent font entrevoir bien des causes possibles d'accidents par le grisou. Le troisième chapitre a pour objet d'établir leur importance relative. Les chutes de pierres et les accidents dans les manœuvres font beaucoup de victimes, et sur le nombre total des ouvriers tués, il n'y a guère qu'un cinquième dont la mort soit due à des coups de grisou. Les accumulations du mélange explosif sont causées d'ordinaire par une ventilation insuffisante ou mal dirigée, par l'existence de vieux travaux négligemment remblayés et non ventilés, par des dégagements anormaux d'une intensité exceptionnelle et devant lesquels une ventilation régulière se trouve impuissante. L'inflammation du grisou a été provoquée le plus souvent par le tirage à la poudre, par l'emploi des lampes à feu nu, par l'usage des allumettes, par l'aérage au moyen de foyers placés au jour près de l'orifice du puits, enfin par le mauvais entretien, la fermeture incomplète ou l'ouverture imprudente des lampes de sûreté.

Qu'on ajoute à cela les causes d'aggravation des accidents, l'arrêt immédiat de la ventilation à la suite d'un coup de grisou dans certains systèmes d'aérage mal conçus, l'inflammation des poussières de houille répandues dans les galeries et sur les chantiers, la fixation de tout l'oxygène de l'air de la mine, la formation d'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique à la dose de 1 p. c., et par suite l'asphyxie inévitable de tous les ouvriers sur le passage de la bouffée des gaz brûlés pendant son cheminement vers le puits de sortie; et l'on aura une idée des difficultés que rencontrent ceux qui s'occupent de réduire les dangers inhérents à l'exploitation des mines.

Comme le montre fort bien le chapitre quatrième, les efforts des ingénieurs ont visé tantôt l'une, tantôt l'autre de ces diverses causes d'accidents. Le remède radical consisterait à empêcher, par l'emploi méthodique des indicateurs de grisou et une ventilation soignée, les accumulations du mélange explosif. M. Delafond, ingénieur en chef des mines, développera dans l'*Encyclopédie scientifique* même les essais tentés dans cette voie. Nous n'insisterons pas; on s'y heurte du reste à bien des difficultés pratiques. Les lampes de sûreté tendaient à supprimer les causes d'inflammation. En permettant le travail dans des milieux éminemment grisouteux, elles ont été la cause indirecte de plusieurs grandes catastrophes. Employées au fond de la mine, elles trompent la confiance qu'elles avaient inspirée lors des essais du laboratoire; maniées avec prudence, elles sont loin d'être exemptes de défauts. Ainsi la lampe Davy a un pouvoir éclairant de 1/10 de bougie à peine; vivement déplacée, elle laisse passer la flamme au dehors. Dans la lampe Clanny, la toile métallique est remplacée autour de la flamme par un verre; elle éclaire mieux, mais elle n'est pas davantage imperméable à la flamme. Les lampes Marsaut, Mueseler, Fumat, quoique d'une construction moins simple, n'ont pas une supériorité incontestée. Les lampes électriques portatives ne sont pas encore entrées dans la pratique courante. Bref, les directeurs de mines gagneront peut-être encore, au point de vue de la sécurité, à s'occuper de l'aérage et de l'organisation des travaux plus que des procédés d'éclairage.

M. Le Chatelier résume dans le dernier chapitre un rapport de M. Mallard sur l'emploi des explosifs dans les mines à grisou. En voici la substance :

Le grisou exige au moins quelques secondes d'échauffement pour s'enflammer; d'autre part, les explosifs dits brisants présentent un refroidissement extrêmement rapide par suite de la

transformation d'une partie importante de leur chaleur en travail mécanique. Dans bien des cas, la détente des gaz paraît ne pas dépasser 1/1000 de seconde. On conçoit donc que ces substances puissent détoner au milieu du grisou sans l'enflammer. Tant s'en faut néanmoins que tout explosif brisant convienne dans tous les cas pour les coups de mine dans les exploitations grisouteuses. Le coton octonitrique entre autres, par suite d'un défaut d'oxygène, fournit, comme produits de la réaction, du charbon, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène qui peuvent, postérieurement à la détente, s'enflammer à l'air. Certaines autres substances donnent lieu à plusieurs phases de décomposition successives, et il en résulte parfois une élévation de température. Le poids des cartouches, la masse de l'enveloppe, le bourrage même ne sont pas sans influence sur la rapidité du refroidissement des gaz brûlés. Quoi qu'il en soit, il est des explosifs de sûreté à faible température de détonation et à détente rapide, dont l'emploi s'est montré pratique dans les mines. Ce sont des mélanges de dynamite, ou de coton octonitrique, ou de trinitronaphtaline, avec une quantité d'azotate d'ammonium variant de 60 à 95,5 p. c. Le dernier de ces corps ne détone pas d'une façon complète sous l'action du fulminate de mercure, mais mêlé à d'autres explosifs et en quantité convenable, il détone parfaitement en abaissant la température de combustion de l'explosif auquel il est mêlé, et cela plus ou moins complètement, suivant que l'explosif ajouté donne ou non, par sa décomposition, du gaz combustible, qui en se combinant à l'oxygène de l'azotate d'ammonium fournisse un nouveau supplément de chaleur. La mise de feu aux explosifs est, comme les explosifs eux-mêmes, une source de dangers sérieux. Les seuls procédés de tirage des coups de mine inoffensifs en présence du grisou, sont fournis soit par les amorces à friction au fulminate de mercure, soit par les amorces électriques avec des courants à faible tension.

La conclusion générale qui se dégage de l'étude de M. Le Chatelier, c'est que la question du grisou est encore à l'ordre du jour, et que, pour supprimer complètement les dangers de l'exploitation de la houille, il faudrait retirer les ouvriers de la mine et cesser d'exploiter. Disons pourtant qu'il y a progrès au point de vue de la sécurité du travail ; car, bien que depuis le commencement du siècle les quantités de charbon exploitées annuellement aient plus que décuplé, les accidents n'ont heureusement pas suivi la même progression.

F. D.

X

Les Acariens parasites, par P. Mégnin, ancien vétérinaire de l'armée, membre de la Société de biologie et de la Société de médecine légale de France *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — Petit in-8° de 182 pp. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1892.

L'ordre des Acariens, à peine connu du temps de Linné par le ciron du fromage et quelques autres types plus répandus, compte actuellement des milliers d'espèces déterminées, grâce aux travaux de Hermann, Dugès, Koch, Michaël de Londres, Kramer de Halle, Haller de Berne, Canestrini et Berleze de Padoue. Par les observations personnelles qu'ils relatent en grand nombre, les travaux de M. Mégnin, publiés surtout dans le *Journal de l'Anatomie*, les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* et les *Bulletins de la Société de biologie*, constituent une contribution remarquable à la monographie du groupe des Acariens parasites. Le présent *Aide-Mémoire* les résume et les refond avec toutes les publications antérieures.

Dans l'introduction, l'auteur caractérise l'ordre des Acariens. Au point de vue morphologique, on peut dire que ces animalcules, le plus souvent de petite taille, sont des Arachnides à corps ramassé dans lequel la tête, le thorax et l'abdomen sont confondus. Les pièces buccales du rostre sont disposées soit pour déchirer, soit pour piquer, soit pour sucer. Quatre paires de pattes portent le corps; elles sont garnies de poils, munies de crochets et armées souvent d'organes d'adhérence de formes très variées. Au point de vue physiologique, les Acariens se font remarquer par la multiplicité des mues, dont chacune est comme un renouvellement complet de l'individu tout entier. Pendant que le changement de peau s'opère, tous les organes internes se fondent en un tout sarcodique qui se rassemble dans la cavité centrale pour constituer un véritable œuf. Celui-ci bourgeonne, et il se forme de nouveaux membres et de nouveaux organes buccaux comme dans l'œuf primitif. Outre ces mues normales, on voit parfois chez quelques espèces s'en produire une autre plus extraordinaire encore. Sous l'empire de la disette, l'enveloppe des *nymphes* non encore sexuées laisse échapper un Acarien cuirassé, non pas plus avancé en développement, mais totalement différent, muni d'un groupe de ventouses sous et post-abdomi-

nales. Ces ventouses lui permettront de s'attacher à tout être animé qui passera à sa portée, et d'aller dans un milieu plus avorable reprendre sa forme ancestrale et constituer une nouvelle colonie.

L'histoire des différentes espèces d'Acariens n'est pas moins curieuse que celle de l'ordre dans son ensemble. C'est avec un grand discernement que l'auteur aborde cette partie de son travail. Après avoir dressé un tableau dichotomique des familles, il donne pour chacune d'elles ce qu'il y a de plus important et de plus caractéristique. Il indique, cela s'entend, les hôtes habituels des Acariens et les troubles fonctionnels que provoque leur présence chez les animaux et accidentellement chez l'homme. L'énumération des espèces se borne aux principales, comme l'exigeait la méthode adoptée par la direction de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.* Presque à chaque page, M. Mégnin rompt la monotonie du texte par des gravures fort réussies, toutes signées de sa main; il évite ainsi, d'une façon à la fois élégante et agréable, une longue énumération de caractères distinctifs qui aurait rebuté le lecteur ordinaire.

D. T.

XI

Report on Deep-Sea Deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. Challenger in the years 1873-1876, by John Murray, L. L. D. Ph., one of the naturalists of the Expedition, and Rev. A. F. Renard, L. L. D. Ph. D., professor of Geology and Mineralogy in the University of Ghent. — London, 1891.

Le voyage d'exploration des océans exécuté sur le navire anglais *Challenger,* à partir de 1872 et pendant une croisière qui dura trois ans et demi, demeure jusqu'à présent l'expédition la plus remarquable qui ait eu pour objet l'étude physique de la mer et de ses dépôts. Les principaux résultats de cette expédition intéressant également la zoologie, la physique du globe et la géologie, ont été transmis succinctement et à diverses reprises à des sociétés savantes. Quant à la description des organismes recueillis, elle forme une série de monographies imprimées en in-4°, enrichies de milliers de planches, et qui ont été confiées à des spécialistes choisis dans diverses contrées de l'Europe. Au

nombre de ces naturalistes évoqués des quatre coins de l'horizon, il est flatteur pour la Belgique de compter un de ses enfants, M. l'abbé Renard, dont la collaboration fut réclamée pour l'examen des matériaux les plus difficiles peut-être à déchiffrer. Il fut appelé dès 1878 par Wyville Thomson, prédécesseur de M. Murray et premier directeur de l'œuvre, à étudier au point de vue lithologique et géologique les échantillons rapportés par le *Challenger* et ramenés par des dragages opérés à toutes profondeurs et dans tous les océans. Son nom se trouve donc attaché à des résultats répondant à une étape importante dans la science de la Terre et qui dès aujourd'hui figurent comme classiques dans tous les traités de géologie.

Le dernier volume publié de la collection du *Challenger* a paru vers la fin de 1891. Il est intitulé : " Rapport sur les dépôts de mer profonde, d'après les spécimens recueillis pendant le voyage du navire royal *Challenger* exécuté de 1872 à 1876, par MM. John Murray et l'abbé A. Renard. „ Il a exigé quatorze ans de recherches. C'est un volume in-4° de 500 pages, avec figures dans le texte, et complété par 29 planches noires ou chromolithographiées représentant les éléments des fonds marins envisagés surtout au microscope, par 43 cartes géographiques où sont marqués les points de sondage et la nature des sédiments atteints, et par 22 planches-diagrammes consacrées à la marche de la température dans les grandes mers. Ce grand travail est l'œuvre commune de MM. Murray et Renard ; la sagacité des deux savants a été mise souvent à l'épreuve pour la solution des mêmes questions. Néanmoins le travail personnel à chacun des auteurs se reconnaît facilement, M. Renard s'étant occupé surtout de la partie historique, de la lithologie et de l'inspection par le microscope, M. Murray de la partie dévolue aux organismes.

On ne peut parcourir cet ouvrage sans y reconnaître une œuvre scientifique de très grande autorité. Cette autorité s'impose non seulement par l'abondance et la nouveauté des documents, mais par l'emploi des méthodes les plus modernes et la rigueur qui ont présidé à leur constatation. La réserve des auteurs dans leurs conclusions ajoute aussi à l'autorité de leurs appréciations.

En tête du volume, on lit une introduction historique résumant successivement les textes des auteurs de l'antiquité qui se sont préoccupés des phénomènes marins, les observations des naturalistes italiens qui, aux XVe et XVIe siècles, fondaient les

sciences géologiques, et finalement les recherches modernes qui traitent directement des sédiments marins et que rappellent les noms de Soldani, Ehrenberg, Hooker, Edw. Forbes, Bailey, etc. Le premier chapitre décrit les engins et appareils mis en usage sur le *Challenger* pour recueillir, conserver et étudier les échantillons extraits par les dragues aux grandes profondeurs. Il expose en même temps l'ordre invariable adopté pour l'examen de ces échantillons, et les procédés pratiques de séparation, d'analyse chimique et microscopique qui ont servi à leur détermination.

Les deuxième et troisième chapitres traitent de la nature, de la composition et des variations amenées par le changement des conditions dans les dépôts sous-marins. Ces chapitres, qui supposent un travail très considérable, comprennent une série de tableaux synoptiques qui couvrent 114 pages in-4°. On y renseigne, d'après l'ordre adopté, la constitution des spécimens ramenés par la drague en 360 points environ de l'Atlantique, du Pacifique et de l'Océan Indien. Tous, sans exception, proviennent de profondeurs supérieures à 200 brasses anglaises, et il en est qui proviennent de 4470 brasses. Pour chaque cas, on signale le point d'observation, la température de la mer au fond et à la surface, l'aspect physique du dépôt, la teneur en carbonate de calcium ainsi que les organismes qui y contribuent, la proportion des éléments insolubles et celle des organismes siliceux, la nature des particules minérales distinctes, et en dernier lieu la description de la vase la plus fine obtenue par lévigation *(fine washings)*, où l'œil exercé du micrographe parvient encore à dévoiler certains fragments de roches et d'organismes. La très grande part du travail dans ces tableaux revient à M. l'abbé Renard; et l'homme du métier doit ici l'admirer, en songeant à la difficulté de déterminer des particules infinitésimales, dont la nature minéralogique est souvent voilée par la décomposition et par le mélange à des particules amorphes ou d'origine organique. Il faut remarquer encore que les dimensions moyennes de ces particules, réduites communément à un très petit nombre de centièmes de millimètres, sont toujours indiquées, ainsi que d'autres données plus ou moins en rapport avec la distance des côtes et la profondeur, et qui servent de base au classement rationnel de ces dépôts marins. Ces recherches nous apprennent que l'on retrouve, dans le fond des régions océaniques, en même temps que l'argile, le calcaire, le silex, la glauconie et divers produits ferrugineux et manganeux, des silicates et des oxydes, tels que les orthoses et les plagio-

clases, la hornblende, l'actinote, le glaucophane, l'augite, le diallage, l'hypersthène et la bronzite, le mica, la chlorite, le quartz, le rutile, le zircon, auxquels s'ajoutent, et parfois dans une proportion un peu notable, des minéraux d'origine extra-terrestre : par exemple, des sphérules de magnétite ou de fer natif que les motifs des plus concluants font rattacher à des chutes de météorites.

En comparant les résultats de ces analyses approfondies des dragages et en les combinant avec la position géographique des points d'extraction, MM. Murray et Renard furent conduits à partager les dépôts marins des grandes profondeurs en sept catégories principales, susceptibles de passer graduellement de l'une à l'autre, mais gardant leurs propriétés essentielles sur des étendues considérables, et qui se partagent le lit des océans. D'après cette classification, les dépôts marins sont rangés dans deux grandes classes : les dépôts *terrigènes* et les dépôts *pélagiques*.

1° Les dépôts terrigènes sont ceux où interviennent dans une proportion très notable les éléments minéralogiques de provenance continentale. Ici figurent les sables et vases bleus, rouges, verts, coralliens, volcaniques. Ils constituent une zone de largeur variable qui borde les continents et les îles, et qui est séparée de la côte par une autre zone dite *littorale* où s'accumulent les sédiments des eaux basses. De plus, la zone des vases continentales occupe tout le fond des mers intérieures, comme la Méditerranée.

2° Les dépôts pélagiques, où l'on ne rencontre qu'exceptionnellement des produits arrachés aux terres. Ce sont ceux des grands fonds et des régions océaniques écartées des terres. Ils occupent plus des quatre cinquièmes des bassins marins et comprennent dans les proportions indiquées en surfaces les cinq catégories suivantes :

La vase à ptéropodes, 400 000 milles carrés.
La vase à globigérines, 49 520 000 milles carrés.
La vase à diatomacées, 10 880 000 milles carrés.
La vase à radiolaires, 2 290 000 milles carrés.
L'argile rouge des grands fonds, 51 500 000 milles carrés.

Tous ces dépôts peuvent renfermer accidentellement des matériaux volcaniques dérivant des volcans sous-marins ou bien des volcans terrestres par suite de projections dans l'atmosphère ou de flottage à la surface.

MM. Murray et Renard ont fait connaître depuis quelques

années la classification qu'on vient de donner ; mais le volume qu'ils publient fait voir en détail sur combien de données d'observation et sur quelle étude approfondie elle est appuyée. Les résultats, d'ailleurs, ne reposent pas uniquement sur l'étude des spécimens recueillis par le *Challenger*. Depuis la croisière de ce dernier, des dragages nombreux ont été exécutés par d'autres navires anglais, et par les marines norvégienne, italienne, française, allemande, américaine. MM. Murray et Renard ont pu observer le plus grand nombre de ces documents. Des milliers d'échantillons leur ont passé par les mains. Les conclusions qui en découlent sont résumées sur une carte qui est un des exemples les plus frappants de l'ardeur avec laquelle on mène à bien de nos jours l'exploration du monde physique.

C'est un planisphère de Mercator où sont dessinées les limites approximatives des dépôts terrigènes et de chacune des cinq catégories de dépôts pélagiques. On a là, sous les yeux, une carte géologique des formations actuelles du fond des océans, avec l'indication des profondeurs où ils se rencontrent. Les contours de ces formations sont plus ou moins hypothétiques, notamment pour les areas où les sondages sont encore trop clairsemés, comme quelques régions du nord et de l'est du Pacifique et de l'Océan Austral. Mais dans leurs grandes lignes ils se rapprochent beaucoup de la vérité pour une très grande fraction de l'espace maritime immense compris entre les deux cercles polaires. Les lacunes de la carte seront comblées facilement et bientôt : car, étant données les relations bien établies entre la composition des sédiments sous-marins et la profondeur qu'ils occupent en dessous de la surface, MM. Murray et Renard affirment que, si l'on connaît le relief d'un fond océanique et en même temps un très petit nombre d'échantillons de sondages appartenant à des niveaux différents, on peut prévoir la nature des sédiments qui s'étendent sur l'*area* tout entière avec un haut degré de probabilité.

Dans le quatrième chapitre, M. Murray revient sur les organismes qui jouent le plus grand rôle parmi les produits sous-marins : (algues calcaires, foraminifères, coraux, bryozaires, crustacés, etc.), sur la part qu'ils prennent dans la sédimentation, et celle qui leur revient dans la composition chimique de la mer, etc., etc.

Dans les cinquième et sixième chapitres, dus surtout au travail et à la plume de l'abbé Renard, on peut lire une étude approfondie des substances minérales d'origine continentale ou

cosmique qui interviennent dans les dépôts marins, et des produits formés *in situ* par les actions chimiques qui s'exercent actuellement dans les abîmes océaniques. Parmi les faits remarquables mis au jour dans ce travail de M. Renard, et relevés dans un domaine qu'on pouvait croire pour jamais fermé à nos investigations, nous citerons la description circonstanciée et l'histoire des transformations qui font passer les verres volcaniques basiques à la palagonite; l'étude des concrétions de phosphate de chaux draguées au large du Cap de Bonne-Espérance; les donnés nouvelles sur la structure microscopique et les propriétés optiques de la glauconie; l'étude approfondie des célèbres concrétions de manganèse si souvent rapportées par les dragues et qui constituent une particularité propre aux dépôts de grande profondeur : l'auteur signale les centres d'attraction, le mode de croissance et établit à l'aide de ses analyses la formule générale de composition de ces agrégats singuliers, dont le métal est emprunté principalement aux roches volcaniques dispersées sur le fond marin, mais où les sels de manganèse versés journellement par les fleuves dans le sein de l'océan peuvent aussi réclamer leur part. Des chromolithographies splendides mettent tous ces objets très agrandis sous les yeux du lecteur. Mais entre toutes ces matières minérales actuellement formées au fond des océans par les actions physico-classiques qui s'y passent, les plus curieuses et les plus inattendues peut-être sont ces silicates cristallisés appartenant au groupe des zéolithes, comme la phillipsite, découverts par l'abbé Renard dans les cavités des roches volcaniques ou dans la masse même de leurs produits de transformation. Les dimensions de ces cristaux paraissent toujours microscopiques, mais ils se multiplient singulièrement dans certaines circonstances, et des spécimens provenant d'une profondeur de 2 à 3 mille brasses entre l'archipel des Sandwich et celui de la Société en renferment jusqu'à 20 ou 30 pour 100 de leur poids total. A cette occasion, M. Renard revient sur la formation des zéolithes comme minéral secondaire dans les roches volcaniques exposées à l'air libre, et montre avec beaucoup de probabilité, et en partant de la différence des milieux, comment la phillipsite a pu se former dans les sédiments pélagiques. — Ce sont ces résultats acquis désormais à la science qui ont fait dire à l'un des premiers géologues de l'Angleterre, M. Judd, que " dans son étude des particules qui dérivent directement de l'écorce du globe comme dans celle qu'il a faite des fragments de ponce, de verres volcaniques basiques et

des palagonites et des produits formés en place, l'auteur belge montre à la fois des connaissances minéralogiques très étendues et toute son habileté à déterminer les substances minérales les plus difficiles à déchiffrer. „ (*Nature*, March 1891.)

Citons encore quelques conclusions des longues recherches de MM. Murray et Renard. — La sédimentation s'opère avec une extraordinaire lenteur dans les régions profondes de l'océan et distantes des terres : beaucoup de débris d'organismes appartenant à l'ère tertiaire y sont à découvert ou enveloppés seulement d'enduits ferro-manganeux. — L'argile rouge des grands fonds, le plus vaste et le plus caractéristique de tous les dépôts pélagiques, est en réalité un dépôt chimique présent partout, mais n'apparaissant avec ses caractères typiques que dans les grandes profondeurs; et il tire son origine principalement de la décomposition des minéraux silicatés des roches basiques contenant de l'alumine. — L'argile rouge et généralement les dépôts pélagiques actuels s'écartent par leurs caractères lithologiques de la presque totalité des formations géologiques étudiées dans les continents.

C. de la Vallée Poussin.

XII

La Perception et la psychologie thomiste, par M. Domet de Vorges, membre de la Société scientifique de Bruxelles, etc. — Paris, Roger et Chernoviz, 1892.

Il y a trois mois, rendant compte ici-même des travaux philosophiques du dernier Congrès de Paris, nous eûmes la bonne fortune de signaler à l'attention des lecteurs de la *Revue* le beau Mémoire de M. Domet de Vorges, ancien président de notre Société scientifique, sur *L'Idée d'être et l'intelligence*. Nous ne nous étendîmes pas alors aussi longuement que nous l'eussions désiré sur cette remarquable étude de philosophie critique, parce que nous savions que notre savant confrère et ami préparait un travail d'ensemble sur le sujet dont il venait de nous présenter une rapide esquisse, et que nous nous promettions bien d'en faire ici l'analyse.

Ce travail a vu le jour. Il mérite toute l'attention des philosophes.

Il est écrit en un style clair, élégant, dégagé des formules dites

“ scolastiques „ qui ont le privilège d'éveiller les préventions de l'esprit moderne et empêchent trop souvent la pensée de nos grands docteurs d'arriver jusqu'à lui.

M. de Vorges traite deux questions, qui visent droit l'une et l'autre le problème fondamental de la connaissance certaine.

La première question touche à l'origine de la connaissance. Entre ceux qui croient que l'homme ne possède que des connaissances sensibles et ceux qui accordent à l'homme des connaissances suprasensibles, nécessaires et universelles, mais tirées du fond même de l'âme pensante et indépendantes de l'expérience sensible, M. Domet de Vorges prend une position moyenne qu'il définit lui-même en ces termes :

“ La première théorie enlève à notre intelligence sa principale richesse; la seconde lui enlève le droit de s'en servir avec sécurité.

„ Nous voudrions proposer une opinion moyenne. Elle consisterait à admettre que la connaissance sensible n'est point à elle seule une connaissance complète, qu'elle est complétée et fécondée par une faculté supérieure, que cette faculté supérieure a sans doute des notions qui lui sont propres, mais qu'elle ne perçoit ces notions que dans les choses sensibles et à l'aide des sens. Les notions intelligibles sont ainsi objectives, puisque leur origine vient de la perception même de l'objet. D'un autre côté, ces notions puisées dans le fait ont une valeur universelle, parce que l'intelligence n'envisage pas le fait au point de vue restreint et local de la sensibilité. „

Toute la première étude sur la perception a pour but de mettre en lumière le double aspect sensible et intelligible de nos connaissances fondamentales, et de bien préciser la nature et les rapports des deux facultés que suppose l'acte perceptif.

Ces deux facultés, loin d'être étrangères l'une à l'autre, comme semblent le croire beaucoup de personnes qui ne les envisagent jamais que dans leurs opérations les plus divergentes, sont liées dans l'acte de perception, liées à tel point qu'on ne saurait les distinguer de premier abord, mais seulement par une étude approfondie de leur nature respective. “ Voilà pourquoi tant de philosophes, ne voyant l'intelligible que dans la pure donnée abstraite, ne comprennent pas qu'on puisse en trouver le point de départ dans le sensible, tandis que l'enfant et l'ignorant déduisent à chaque instant l'un de l'autre.

„ Nous croyons que le sensible contient et nous présente l'intelligible, que l'intelligence l'y saisit, considère les choses sous un

aspect qui échappe aux sens et atteint par là-même à la veritable universalité et à la véritable nécessité. „

Voilà pour la première question.

La seconde est connexe à la précédente. Elle a pour objet de répondre à la principale objection que les philosophes spiritualistes de l'école cartésienne adressent à la philosophie scolastique et que, dans un débat récent, un professeur de la Sorbonne présenta à nouveau en ces termes : “ Ou bien l'intelligence apporte quelque chose à la connaissance intellectuelle et toutes nos idées ne viennent pas des sens ; ou bien elle n'apporte que son activité et vous ne pouvez expliquer l'origine des notions supérieures. „

Y a-t-il des données que l'intelligence saisit et que les sens ne saisissent pas ? Quelles sont-elles ? Comment le sens contribue-t-il à nous les procurer, encore qu'il n'y atteigne pas lui-même ?

Telles sont les questions que M. de Vorges, dans sa seconde étude, a pour but d'élucider et de résoudre.

C'est cette étude qui forme la partie vraiment originale de l'ouvrage, celle par conséquent que l'auteur a le plus à cœur de voir discuter.

Un même souffle les anime du reste toutes les deux, un même désir ardent, généreux, profondément sincère, de ramener à la vérité, c'est-à-dire à la philosophie traditionnelle, ces hommes d'un esprit droit, d'une intelligence élevée, que leur éducation première tient éloignés du thomisme. “ Élevés comme eux, dit l'auteur à la fin de sa préface, nous avons éprouvé les mêmes difficultés qu'eux. Les objections qu'ils nous font, nous nous les sommes faites... Ce n'est qu'après un long travail que nous sommes parvenus à justifier à nos propres yeux toutes les antinomies qui nous apparaissaient d'abord dans la philosophie scolastique. L'essai que nous leur livrons est en grande partie le résultat des méditations que nous avons faites à ce sujet pendant de longues années, et si nous le publions aujourd'hui, c'est avec un vague espoir qu'il serait peut-être utile à quelques-uns d'entre eux. „

Cet espoir est le nôtre et nous le croyons fondé. M. de Vorges a tout ce qu'il faut pour parler aux hommes de son temps et se faire comprendre d'eux.

Ceux qui prendront son ouvrage en mains, quels que soient leurs préjugés à l'endroit de l'École, le liront jusqu'au bout et ne pourront pas n'être pas frappés de la modération, de la fermeté, de l'à-propos des doctrines qu'il formule et s'efforce avec une chaleur si généreuse de communiquer à autrui.

Les cinq premiers chapitres traitent du rôle des sens, des sens extérieurs et des sens intérieurs, dans la perception intellectuelle.

Le chapitre VI, intitulé : *De l'instinct et de la raison particulière,* a pour but de rechercher comment l'essence particulière ou individuelle peut faire l'objet d'une faculté qui est sensible, liée intrinsèquement à un organe matériel, comme est la faculté à laquelle les scolastiques donnent le nom de " cogitative „ ou le nom plus spécial de " raison particulière „.

C'est que l'existence concrète et individuelle n'offre pas une notion simple, mais une notion complexe, dont les divers éléments sont saisis dans leur union par l'union de différentes facultés.

" L'existence individuelle comprend, en effet, une nature qui de soi est universelle : c'est là l'objet propre de l'intelligence ; mais elle comprend en outre des circonstances qui l'individualisent : c'est là l'objet propre des sens. La réunion de ces deux objets, qui diffèrent en nature, mais qui sont liés entre eux comme la chose et son mode, est perçue par le concours des deux facultés. par une sorte de compost de l'intelligence et de la sensibilité ; et ce compost, on l'appelle la raison particulière (1). C'est ce qu'indique nettement saint Thomas lorsqu'il dit que la cogitative, chez l'homme, ou la raison particulière, a le don de percevoir l'être en vertu de son union avec l'intellect. " Quod contingit ei (aestimativae) in quantum unitur intellectivae in eodem subjecto „ (2). " Illam eminentiam habet cogitativa in homine non per id quod est proprium sensitivae partis, sed per aliquam affinitatem et propinquitatem ad rationem universalem secundum quandam refluentiam „ (3).

En réalité donc et en rigueur de termes, c'est l'intelligence seule qui est à même de percevoir l'être.

Dès lors, préciser le sens de la notion d'être, et montrer en quoi consiste la perception intellectuelle de l'être, telle est la tâche que devait franchement aborder M. de Vorges.

Il l'a fait aux chapitres VII et VIII de sa première étude.

Le chapitre IX qui complète celle-ci n'est que le complément des deux chapitres précédents. L'auteur y fait voir comment, de la notion générale d'être, dérivent les notions d'unite, de

(1) P. 98.
(2) *De Anima,* II, 13.
(3) *Summa theol.,* I, 78, 4.

nombre, de substance, de temps, du vrai, du bien, même du beau, et les premiers principes de la raison spéculative et de la raison pratique. C'est là, pour le dire en passant, un travail que les idéologues scolastiques ont trop souvent négligé. Il est assez commode de prendre en bloc l'acquis de l'intelligence et de déclarer d'un trait de plume que tout entier, tel qu'il est, il a la même origine, l'observation sensible fécondée par les énergies de l'intellect. Mais dire que cela est et dire pourquoi et comment cela est, c'est deux, observe avec raison Aristote. Pas mal d'auteurs paraissent l'oublier.

Plus loin, au chapitre XI, l'auteur poursuit cet intéressant travail d'analyse et déduit successivement des données de la conscience les notions d'activité, de cause, de fin, de possession et de droit; il parvient ainsi à faire le départ de la plupart de nos idées et à les rattacher à leur source immédiate respective.

Mais revenons aux chapitres VII et VIII qui sont, nous l'avons dit, les principaux. Combinés avec le chapitre X où il est question de l'intellect agent et de son rôle dans la formation de nos idées, ils constituent l'exposé complet des vues de l'éminent philosophe français sur la perception intellectuelle.

Le chapitre XII, en effet, *La perception totale de l'être individuel*, ne fait que synthétiser les résultats de l'analyse des chapitres antérieurs. Et les chapitres XIII et XIV, intitulés : *Objectivité de la perception sensible; — Du rôle des sens dans la pensée réfléchie*, ne sont, en réalité comme dans la pensée de l'auteur, que des appendices de la thèse principale.

Quelle est-elle donc, cette thèse principale ?

Si nous ne nous trompons, elle se résumerait à peu près comme suit :

L'objet propre de l'intelligence humaine, c'est l'être. " Est enim proprium objectum intellectus ens intelligibile „ (1). " Intellectus per prius apprehendit ipsum ens „ (2).

Or l'être, " ens „, désigne l'existence.

Donc l'objet propre de l'intelligence, c'est l'existence.

Aussi l'acte primordial de l'intelligence s'appellerait-il mieux un acte de perception qu'un acte d'abstraction.

Cet acte de perception n'est pas simple, il est complexe. " Nous croyons, dit l'auteur, que le premier acte de perception implique à la fois un premier acte de sensation et un premier acte d'intelligence. „ (P. 3.)

(1) *Cont. Gent.* II, 98.
(2) *Summ. theol.* I, 16, 4.

Dès lors, c'est à peine s'il y a encore lieu de poser le problème de la valeur objective de nos connaissances intellectuelles; tout au moins ce problème est-il singulièrement simplifié; car " toute perception humaine emporte la constatation d'une existence. C'est là son caractère essentiel, son but premier et principal. Toute chose perçue est considérée par nous, non exclusivement comme une chose agréable ou désagréable, mais d'abord et surtout comme un objet réel, déterminé, existant, et, pour employer l'expression de Kant, très juste ici, comme une " chose en soi „. La philosophie moderne a fait de la chose en soi quelque donnée mystérieuse, inaccessible, nouménale : en réalité, rien n'est plus simple. Toute chose connue comme existante est connue en soi, car elle n'a rien de plus en soi que son existence. Or, notre expérience nous convainc à chaque instant que nous connaissons des choses qui existent, dont nous saisissons directement l'existence; nous reconnaissons très bien que cette existence est en soi indépendante de la connaissance que nous en avons. „

Et tandis que la valeur objective de nos connaissances est assurée, le sensualisme et le matérialisme sont radicalement réfutés. Car non seulement il est d'expérience que l'intelligence perçoit l'être, mais il est manifeste aussi que seule elle peut le percevoir. " La perception de l'existence actuelle de l'objet actuellement présent n'est pas le fait de la sensation... „ (P. 123.) " La sensibilité reçoit les images comme des causes d'attrait ou de dégoût; l'intelligence, au contraire, reçoit les idées comme les caractères de ce qui est. „ (P. 122.)

" Et c'est précisément parce que l'intelligence perçoit l'existence et y puise l'idée d'être, que cette faculté est capable des principes nécessaires et des notions universelles. „ (P. 124.)

Ainsi se trouvent donc résolues les deux graves questions qui préoccupaient l'auteur : la valeur de nos connaissances universelles et nécessaires se trouve assurée en dépit de leur origine expérimentale; et la nature caractéristique de l'acte intellectuel aussi bien que sa différence d'avec la sensation trouvent leur explication et leur justification dans l'analyse de l'acte complexe de la perception des existences.

Que penser de cette théorie?

On ne saurait assez insister, lorsqu'on remue les problèmes qui touchent aux multiples démarches de l'activité de l'âme, sur l'unité réelle, vivante, qui les relie toutes dans le composé humain. Distinction n'est pas divorce.

A force d'analyser le contenu de la conscience, de souligner

l'irréductibilité des caractères de la sensation et de la pensée, on en vient aisément à se figurer que la loi de l'activité psychique est que ces deux actes cognitifs s'exercent isolément. C'est le contraire qui est vrai. Ils sont si peu isolés, dans le fait, qu'il faut même un sérieux effort de réflexion pour discerner leur part respective d'action dans la perception totale de la nature des choses. C'est le grand mérite de M. Domet de Vorges d'avoir mis vivement en relief cette unité vivante de la conscience dans la dualité des éléments sensible et intelligible qui concourent à l'intégration de l'acte perceptif des existences. Lorsque le regretté Van Weddingen, auquel M. de Vorges rend un hommage bien mérité, faisait reposer la certitude sur les tendances instinctives primordiales des êtres et en particulier sur " l'impulsion incoercible de la pensée „ ou " l'instinct rationnel „, comme il se plaisait à l'appeler, il n'avait pas au fond d'autre préoccupation, croyons-nous, que d'affirmer le même fait et d'énoncer la même loi.

Jusque-là nous souscrivons des deux mains aux idées développées par l'auteur de *La Perception et la psychologie thomiste.*

Mais l'*interprétation* que propose M. de Vorges de la perception intellectuelle de l'être appelle, nous semble-t-il, certaines réserves.

D'abord, la difficulté soulevée par les tenants de la psychologie cartésienne, et que nous résumions plus haut en un dilemme en apparence serré : " Ou bien l'intelligence apporte quelque chose à la connaissance intellectuelle, et toutes nos idées ne viennent pas des sens ; ou bien elle n'apporte que son activité, et vous ne pouvez expliquer l'origine des notions supérieures ; „ cette difficulté qui a fait chercher à M. de Vorges une interprétation nouvelle — ou, selon lui, rajeunie — de l'idéologie de l'École, est-elle bien irréfutable ? Tient-elle réellement en échec les idées courantes de la scolastique, ou plus exactement de la néo-scolastique sur l'origine des notions supérieures ?

Nous ne le pensons pas. Pour notre part, ainsi que nous l'écrivions naguère, nous eussions accepté tout de bon la seconde partie du dilemme, accordé donc que " l'intelligence n'apporte à la formation de la pensée que son activité ; et, au défi d'expliquer ainsi l'origine de nos notions supérieures, nous eussions répondu : Si par notions supérieures vous entendez des notions dont le contenu *positif* est autre que celui que les sens nous fournissent et que l'intelligence abstrait et universalise, nous nions purement et simplement que nous ayons de ces notions supé-

rieures. Si au contraire vous nous accordez que nos notions même supérieures empruntent tout leur contenu positif aux données des sens et que c'est par voie de *négation* — ou par des procédés d'analogie et de transcendance, qui sont encore en définitive des procédés de négation, — que l'intelligence discerne le suprasensible du sensible, alors l'activité intellectuelle et les sens suffisent pour expliquer l'origine de toutes nos pensées, y compris nos " notions supérieures „.

Il faut bien d'ailleurs que l'objet des notions supérieures, l'objet de l'idée d'être, par exemple, soit contenu dans l'objet matériel saisi par les sens, car sinon d'où arriverait-il à l'intelligence? S'il est vrai que rien n'est dans l'intelligence qui ne lui soit venu par les sens (p. 3), donc l'idée d'être qui est dans l'intelligence lui est venue par les sens.

Connaître, en effet, ce n'est pas créer, c'est considérer ce qui est. Or c'est dans l'objet tel qu'il est présenté par les sens que l'intelligence considère son propre objet. Donc, si l'intelligence connaît l'existence, c'est que l'existence lui est présentée par les sens. Mais si les sens présentent à l'intelligence l'existence, c'est qu'ils la perçoivent.

Non pas évidemment que les sens et l'intellect saisissent l'existence de façon identique. C'est *cet* être existant, ou mieux, *ce* sujet concret que les sens perçoivent, tandis que l'intellect saisit abstraitement *la* substance et arrive plus tard à discerner entre *le sujet* qui est subsistant et *la subsistance* elle-même. Mais cela n'empêche que ce qui est saisi sous forme abstraite et universelle par l'intelligence est saisi d'abord concrètement par les facultés sensitives. *Ce* Socrate que les sens connaissent, dit Aristote, c'est tel homme qui a nom Socrate, *Socrates est hic homo.*

Il semble donc qu'il en soit de l'idée d'être comme de toute autre notion intellectuelle. Elle a le même objet *matériel* que la perception sensitive qui la précède, mais dans cet objet matériel commun le sens et l'intelligence perçoivent un objet *formel* respectivement différent. L'objet formel du premier est contingent, singulier; celui de la seconde est nécessaire, universel.

Nul n'a mieux rendu l'opposition qu'il y a entre les caractères de l'objet senti et ceux de l'objet pensé que M. Domet de Vorges lui-même. Nul aussi n'a plus clairement montré la supériorité essentielle de ce pouvoir d'abstraction que l'École est d'accord à revendiquer comme la prérogative de l'intelligence humaine. " Beaucoup de gens s'imaginent, écrit-il, qu'on ne peut puiser

dans le fait particulier et contingent une notion nécessaire et universelle. Saint Thomas a montré que la chose est possible, pourvu qu'il y ait une faculté apte à saisir la chose en soi, à considérer l'essence en dehors des caractères individuels qui marquent ses réalisations. Toute essence contient en soi la nécessité de ses conditions constitutives, l'intelligence qui la voit peut voir ces conditions et voir qu'elles sont inséparables. Toute essence est apte de soi à des réalisations indéfinies, l'intelligence qui voit l'essence peut donc remarquer cette aptitude. Ainsi une puissance qui peut voir la chose en soi et l'essence est par là-même en possession des notions fondamentales de nécessité et d'universalité. „ (P. 172.)

En faut-il davantage pour échapper au sensualisme positiviste ou matérialiste d'une part, au subjectivisme sceptique d'autre part? Et dès lors n'y a-t-il pas dans la théorie de l'abstraction, telle qu'elle est communément entendue, une réponse adéquate à la première question soulevée par notre savant auteur?

N'y a-t-il pas une certaine hardiesse, d'ailleurs, à confondre les idées d'être et d'existence?

" La notion d'être, écrit M. de Vorges, n'est que la forme abstraite de la notion d'existence. „ (P. 135.) " Nous n'avons pas voulu, écrit-il encore, proposer autre chose que ce que la philosophie traditionnelle propose, mais la raison profonde de ce qu'elle propose. Cette raison, nous croyons l'avoir montré, est la capacité qu'a l'intellect de percevoir les choses comme existantes, de les considérer comme des êtres. „ (P. 141.)

Est-ce qu'il ne serait pas plus exact de dire que la philosophie traditionnelle a toujours soigneusement distingué entre l'*être,* considéré comme *essence, ce que quelque chose est,* la *quiddité,* et l'*être* envisagé comme *doué d'existence?* N'y a-t-il même pas une école, tout juste celle qui avait le plus de compétence pour nous transmettre l'enseignement oral de saint Thomas, qui établit et maintient entre l'essence et l'existence une distinction *réelle?*

Si intimes que soient la notion de l'être et la perception de l'existence, nous ne voyons pas qu'elles soient identiques, ni même absolument simultanées. Le terme de la *notion,* c'est la nature abstraite. Le fait de l'existence n'est pas tant l'objet d'une notion que d'une affirmation, c'est-à-dire d'un *jugement.* La notion nous dit *ce que* quelque chose est; l'affirmation ou le jugement nous dit *que* quelque chose est.

Mais gardons-nous bien d'appuyer sur ces critiques, qui n'ont

en tout état de cause qu'une importance secondaire. Fussent-elles fondées, l'œuvre de M. de Vorges n'en resterait pas moins entière, et appelée à exercer une puissante influence sur les esprits sincères qui cherchent à s'éclairer sur les problèmes fondamentaux de l'origine et de la valeur de nos connaissances. Au surplus, il est douteux que nos critiques portent coup. D'abord, nous sommes-nous rendu exactement compte de la pensée de M. de Vorges ? Malgré nos efforts sincères pour nous en pénétrer fidèlement, est-il bien sûr que nous ne l'avons point altérée ? Il nous souvient d'avoir lu, il y a quelques années, dans la Revue italienne *Divus Thomas,* une étude du R. P. Lepidi qui nous a vivement frappé et qui développait des idées bien voisines de celles que nous relevons en ce moment chez M. de Vorges. Les articles avaient pour titre : *De ente generalissimo ut est aliquid logicum, psychologicum et ontologicum.* Alors aussi nous avions peine à comprendre comment la thèse du savant religieux restait en harmonie avec la tradition scolastique. Et cependant le R. P. Lepidi est un fils de S. Dominique et un disciple fervent de S. Thomas. Il est une des gloires de son ordre ; il professe aujourd'hui à Rome avec éclat, sa réputation d'orthodoxie thomiste est immaculée. Il est donc à présumer que nous avions mal saisi l'expression de sa pensée ou la portée de sa thèse. Nous renvoyons le lecteur à ce travail du R. P. Lepidi et nous le prions de ne pas se prononcer sur les idées de M. de Vorges et sur les observations que nous y avons jointes avant d'avoir lu cet important document. Il y trouvera peut-être une réponse anticipée à nos critiques, et se ressouviendra dans tous les cas de l'adage prudent de S. Augustin : *In dubiis libertas.*

D. Mercier.

XIII

Introduction a la Mécanique chimique, par P. Duhem, chargé d'un cours complémentaire de physique mathématique et de cristallographie à la Faculté des sciences de Lille. — Gand, Hoste, 1893 (vii-178 pages).

Dans la prochaine livraison de la *Revue,* on analysera cette importante étude historique et critique du savant professeur de Lille. En attendant, nous croyons devoir faire connaître à nos

lecteurs quelques lignes de la préface qui en résument les conclusions, ainsi que le sommaire des divers chapitres.

" Jusqu'au milieu de ce siècle, on regarde toute réaction exothermique comme une combinaison, toute réaction endothermique comme une décomposition.

„ Au milieu de ce siècle, J. Thomsen crée le système thermochimique : dans ce système, une réaction exothermique est une réaction susceptible de se produire directement et spontanément; une réaction endothermique est une réaction indirecte ; elle ne peut se produire sans le secours d'une énergie étrangère.

„ Aujourd'hui, nous savons qu'un composé endothermique est un composé qui se forme d'autant plus aisément que la température est plus élevée; qu'un composé exothermique, au contraire, se dissocie d'autant plus complètement que la température s'élève davantage. „

M. P. Duhem retrace l'histoire de ces trois phases de la mécanique chimique, en douze chapitres dont voici les titres : 1. Affinité et cohésion. — 2. Chaleur et énergie interne. — 3. Chaleur et affinité. — 4. Le principe du travail maximum. — 5. Les énergies étrangères. — 6. La dissociation. — 7. La théorie cinétique. — 8. Hypothèses mécaniques et théories physiques. — 9. L'entropie et le potentiel thermodynamique. — 10. La pile voltaïque. — 11. Le déplacement de l'équilibre. — 12. Équilibres véritables et faux équilibres. Conclusions.

P. M.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE.

Le nouveau satellite de Jupiter. — Une découverte bien inattendue vient d'être faite au moyen de la grande lunette de l'observatoire de Lick, en Californie: c'est celle d'un cinquième satellite de Jupiter. La nouvelle a paru d'autant plus étonnante que le système de Jupiter est le plus anciennement et, semblait-il, le plus complètement connu de tous ceux qui circulent autour du Soleil. Galilée le voyait déjà tel que nous le connaissions encore il y a deux mois, et les travaux de tant d'astronomes qui l'ont étudié assidûment pendant trois siècles ne faisaient guère soupçonner qu'il y eût encore là un nouveau corps à découvrir. Il est vrai que la facilité même de l'observation des quatre satellites principaux, et leur grandeur si bien proportionnée à l'énorme masse de Jupiter, n'étaient guère faites pour inspirer l'idée de chercher un compagnon si minuscule à la plus grosse planète du monde solaire. De plus, la terre avait un satellite, Mars deux, Jupiter quatre, Saturne huit; et par une de ces préventions qui font chercher partout des lois d'harmonie et de proportion dans la nature, on trouvait probable que la belle ordonnance de cette progression géométrique ne serait pas troublée.

Chose singulière! Il se trouve pourtant que le nouveau satel-

lite, comme l'a fait remarquer M. J. Tisserand dans sa communication à l'Académie des sciences de Paris, se conforme assez bien à une loi empirique qui n'a guère plus de fondement. Cette loi, assez analogue à celle de Bode, est due à M. Gaussin ; elle s'applique aux distances des satellites à leurs planètes, et s'exprime par la formule $a = \alpha K^n$, où n prend les valeurs entières 1, 2, 3.... , α étant égal à 1,336 et K à 1,6425 dans le système de Jupiter.

Voici la comparaison de la loi et des observations :

n	1	2	3	4	5	6
a calculé . . .	2,20	3,60	5,92	9,72	15,97	26,23
a observé . . .	2,50	„	6,05	9,62	15,35	27,00

On voit que, si l'on pouvait avoir confiance dans ces rapprochements plus ingénieux que solides, on devrait s'attendre à trouver encore un satellite à la distance 3,6.

Quoi qu'il en soit, la découverte de M. Barnard prouve que l'on est en droit d'attendre encore de merveilleux services des télescopes gigantesques construits dans ces dernières années, quand ils sont entre les mains d'astronomes expérimentés et actifs. On sait que la lunette de l'observatoire du mont Hamilton, dont l'objectif a près d'un mètre ($0^m,914$) d'ouverture, est la plus grande du monde ; elle est d'ailleurs à plus de 1300 m. d'altitude, ce qui la met dans des conditions atmosphériques exceptionnellement favorables.

Même faite avec ce magnifique instrument, la découverte fait grand honneur à l'habileté de M. Barnard, comme on peut s'en convaincre en lisant le rapport publié par lui dans l'*Astronomical Journal*.

Le satellite lui semble être de treizième grandeur tout au plus, bien qu'il soit difficile de lui assigner une grandeur probable, à cause de l'éclat de Jupiter. Il a toujours paru beaucoup plus difficile à observer que les satellites de Mars, qui sont cependant extrêmement faibles, comme on le sait. La principale difficulté vient de la proximité de Jupiter, le satellite ne quittant jamais l'auréole de lumière diffuse qui entoure la planète. D'après M. Barnard, il faut une lunette d'au moins vingt-six pouces pour l'apercevoir ; encore ne le verrait-on que dans des circonstances exceptionnelles de transparence de l'air. Cette appréciation est singulièrement confirmée par l'insuccès de MM. Henry, de Paris, qui ont essayé en vain, à plusieurs reprises, d'obtenir une image

du satellite sur leurs clichés. On connaît pourtant l'énorme supériorité de la photographie à longues poses sur l'observation directe, pour les objets très peu lumineux.

C'est aussi ce qui explique comment ce petit corps a pu échapper pendant si longtemps aux plus puissants instruments. Néanmoins M. W. Denning trouve étrange qu'on ne l'ait pas découvert par l'ombre qu'il projette sur Jupiter à chacun de ses passages : il lui semble que cette ombre doit être beaucoup plus facile à apercevoir que le satellite lui-même, et il croit qu'elle doit avoir été observée bien des fois en réalité, mais comme une simple tache de la planète.

C'est le 9 septembre que M. Barnard, en explorant attentivement les environs immédiats de Jupiter, a rencontré pour la première fois ce satellite, comme une petite étoile excessivement faible, tout près du disque et non loin du troisième satellite. L'idée lui vint tout de suite qu'il avait affaire à un nouveau satellite, et ce qui le confirma dans ce soupçon, c'est qu'il le vit se rapprocher rapidement de la planète et disparaître dans la lumière diffuse qui entourait celle-ci. Malheureusement un accident survenu au micromètre ne lui avait pas permis de prendre assez de mesures pour annoncer sa découverte en toute sécurité. Mais le lendemain et les nuits suivantes, il eut la satisfaction de faire des observations précises, qui confirmèrent entièrement ses prévisions. Les dernières mesures furent effectuées en masquant la planète au moyen d'une lame de mica noirci à la fumée, ce qui diminuait assez la lumière pour permettre de voir en même temps et facilement Jupiter et le satellite.

La réduction des observations donne 112 400 milles (180 850 kilomètres) pour la distance au centre de Jupiter. C'est environ deux fois et demie le rayon équatorial de la planète. Le satellite ne s'éloigne donc jamais du bord du disque de plus des trois quarts du diamètre. De cette distance on tire, pour la durée de révolution, 11 heures 50 minutes (exactement 11 h. 49 m., 63), et non 17 heures 36 minutes, comme on l'avait annoncé d'abord.

Les mesures de latitude montrent que l'orbite du satellite est dans le plan de l'équateur de la planète, et M. Barnard en conclut que le nouveau corps est un membre très âgé de la famille de Jupiter, car il a fallu sans doute de longues séries de siècles pour amener l'orbite dans cette position.

Distances des étoiles à la Terre (1). — Dans le rapport sur les travaux astronomiques de l'observatoire de Yale College en 1891, le Dr Elkin nous donne les premiers résultats de ses mesures héliométriques. Il s'est occupé notamment des étoiles de première grandeur de l'hémisphère nord dans le but de déterminer leurs parallaxes et, par suite, leurs distances à la Terre. Nous donnons dans le tableau suivant les distances de dix de ces étoiles exprimées par le nombre d'années que la lumière met à les parcourir. Rappelons à ce sujet que la vitesse de la lumière est d'environ 300 000 kilomètres par seconde, ou plus exactement 299 893 ± 58 kilomètres. Cette dernière valeur est celle que M. Harkness a déduite des observations de Foucault (1862), M. Cornu (1872 et 1874), M. Michelson (1879 et 1882), MM. Young et Forbes (1881) et M. Newcomb (1882) (2).

NOM DE L'ÉTOILE.	TEMPS EMPLOYÉ PAR LA LUMIÈRE.
α du Taureau = Aldébaran	32,5 ans.
α du Cocher = la Chèvre	34,4 „
α d'Orion = Béteigeuse.	148,0 „
α du Petit Chien = Procyon	9,3 „
β des Gémeaux = Pollux	57,4 „
α du Lion = Régulus	36,7 „
α du Bouvier = Arcturus	204,0 „
α de la Lyre = Wéga	35,5 „
α de l'Aigle = Altaïr	15,3 „
α du Cygne = Deneb	272,0 „

Il ne faut pas cependant jusqu'ici donner à ces sortes de déterminations une confiance illimitée. Les divergences notables qui existent entre les valeurs fournies par les différents astronomes qui se sont occupés de ces questions nous le montrent clairement. Aussi nous venons de voir que, d'après M. Elkin, la lumière emploie 34,4 ans à nous venir de la Chèvre ; M. C. A. F. Peters, observateur également habile, nous donne pour la même étoile le chiffre de 81,37 ans ; d'autres ont obtenu 71 ans. De même, au

(1) Nature (London), t. XLVI, p. 280. July 1892. — Natur und Offenbarung, Oct. 1892, p. 628.

(2) Wm Harkness, *The Solar Parallax and its related Constants.* Washington 1891, p. 33. — Voir aussi cette Revue, t. XXI, p. 272. J. Delsaulx, S. J., *La Vitesse de propagation de la lumière.*

sujet d'Arcturus, M. Elkin arrive à 204 ans, M. Peters à 25 ans, d'autres à 26 ans. Enfin, pour Wéga, M. Elkin assigne 35,5 ans, tandis que MM. Struve et Peters indiquent 16 ou 17 ans. Il convient d'ailleurs d'ajouter que M. Elkin lui-même n'attache pas une égale valeur à chacun des chiffres qu'il nous présente. Il a soin dans son Mémoire de faire suivre chaque résultat de l'erreur probable des observations ; or, précisément pour Arcturus, et aussi pour Béteigeuse et Deneb, ce résultat est de l'ordre des erreurs d'observation, ce qui veut dire que la grandeur à mesurer échappe à notre appréciation.

Les parallaxes les mieux connues sont celles de α du Centaure et de la 61e du Cygne. La première de ces deux étoiles fut observée en 1832 et 1839 par Henderson et Maclear au Cap de Bonne-Espérance. Ces deux astronomes trouvèrent 0″,91. M. le Dr Gill, le directeur actuel de l'observatoire du Cap, obtient 0″,75, ce qui équivaut à un trajet de 4,34 ans pour la lumière. Bessel suivit la 61e du Cygne à Königsberg de 1837 à 1840, et déduisit de ses observations une parallaxe de 0″,35 pour l'étoile en question. O. Struve de son côté évalue cette même parallaxe à 0″,50, d'où il suivrait que la lumière met 6,51 ans à nous venir de la 61e du Cygne. — Winnecke attribue la même parallaxe 0″,50 à l'étoile 21 185 de Lalande. — Enfin, pour terminer, disons que Sirius, la plus belle étoile du ciel, avait, d'après les mesures de Henderson et Maclear, une parallaxe de 0″,15 ; de nouvelles recherches en firent monter la valeur à 0″,23, puis enfin à 0″,38 ; c'est M. Gill qui propose ce dernier chiffre ; les trois résultats que nous venons d'énoncer correspondent respectivement à 21,96 ans, 14 ans et 8,57 ans (1) pour le temps nécessaire à la propagation de la lumière de Sirius jusqu'à nous.

V.-S. D.-L.

(1) Arago, *Astronomie populaire*, Paris, 1857, t. I, p. 435. — Chambers, *A Handbook of Descriptive and Practical Astronomy*, 4th Edit., t. III, p. 10. Oxford, 1890.

ETHNOGRAPHIE.

Questions aryennes. — Le problème du berceau des Aryas ne cesse point de préoccuper l'attention des ethnographes. Sans parler de plusieurs articles où M. Penka a essayé de fortifier ses vues sur l'origine scandinave de la race aryenne (1), la controverse s'est continuée principalement autour d'un mémoire de M. Johann Schmidt (2).

Dans ce travail, le professeur de Berlin donne d'abord son appréciation sur les plus récentes recherches. A M. Max Müller (3) et à moi-même (4), il reproche un argument tiré du développement littéraire des Hindous, déjà considérable à une époque où la civilisation des Aryas européens, des Germains, par exemple, était encore si rudimentaire. Il dénie à cette preuve toute valeur et pour la question du pays d'origine et pour les migrations dans un sens ou dans un autre, c'est-à-dire ou d'Europe en Asie, ou d'Asie en Europe. Ainsi, les Lithuaniens sont restés longtemps stationnaires dans la culture des lettres, alors que leurs voisins, les Allemands, étaient arrivés à un haut point. De même, les Hindous auraient pu émigrer de Scandinavie dans l'Inde et atteindre un degré élevé de civilisation, alors que le peuple demeuré sur le sol de la première patrie persistait dans son infériorité. Ce raisonnement de M. J. Schmidt ne manque pas d'une certaine justesse.

C'est aussi à bon droit qu'il récuse les données fournies par Victor Hehn (5) et Brünnhofer (6). Le nom commun qui désigne le sel dans toutes les langues aryennes ne dérive pas nécessairement de la langue primitive, et les dénominations géographiques ne sont pas démontrées être originaires de l'Arménie, ni même appartenir au vocabulaire aryen.

Les quatre mots sémitiques retrouvés par Fritz Hommel (7)

(1) *Die arische Urzeit im Lichte der neuesten Anschauungen*, dans Ausland, 1890. nos 38, 39, pp. 741-44, 764-71; *Die Entstehung der arischen Rasse*, ibid., 1891, nos 7, 8, 9, 10, pp. 132-36, 141-45, 170-74, 191-95.

(2) *Die Urheimat der Indogermanen und der europäische Zahlsystem*, dans Abhandlungen der k. Pr. Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1890.

(3) *Three Lectures on the Science of Language*, p. 61.

(4) *L'Origine européenne des Aryas*, pp. 40, 46.

(5) *Das Salz*, p. 16.

(6) *Ueber den Ursitz der Indogermanen*. Cfr Rev. des quest. scient., janvier 1885.

(7) *Die Namen der Säugeth'ere bei den südsemit. Völkern*, dans Archiv. f. Anthrop., t. XV, p. 164.

dans le dictionnaire des Aryas ne trouvent pas non plus grâce devant la critique de M. Schmidt, mais il propose l'identité du nom de cuivre *lôhas* et de celui de la hache *paraçus*, πέλεκυς, avec l'assyrien *urud* et *pilakku*.

M. Schmidt s'en prend ensuite aux divers arguments fournis en faveur de l'origine européenne, et il en démontre l'inanité. Il déclare n'accorder aucune confiance aux considérations anthropologiques de M. Penka et réfute péremptoirement ses preuves tirées de la philologie.

Mais le professeur de Berlin ne s'en tient pas à ce travail de démolition ; il a trouvé, en faveur de l'origine asiatique des Aryas, une preuve extrêmement ingénieuse. En étudiant la numération chez les anciens Germains, il a constaté, à côté du système décimal, l'influence d'une base duodécimale ou plutôt sexagésimale. Nous ne pouvons reproduire ici le détail des preuves accumulées par M. Schmidt pour appuyer cette découverte; ceux que la question intéresse spécialement devront en étudier l'ensemble dans le mémoire même.

Or, un autre peuple de l'antiquité, les Babyloniens, a un usage identique. On sait que le *sossos* = 60 et le *soros* = 60 × 60 = 3600 constituent une des bases du calcul babylonien. Que conclure de ce rapprochement entre les anciens peuples de l'Assyrie et de la Germanie? Puisque rien ne démontre que cette influence est due à des relations commerciales, M. Schmidt admet qu'à une certaine époque de leur histoire les Aryas et les Sémites ont été proches voisins. Ce voisinage fut nécessairement en Asie.

Contre cette thèse de M. J. Schmidt, M. Frédéric Müller a opposé les objections suivantes (1). Jamais le système sexagésimal ne fut d'usage vulgaire, il n'apparaît que dans le calcul. Comment se fait-il que seuls les Germains l'ont emprunté, alors que d'autres voisins des Babyloniens, les Sémites, par exemple, ne s'en sont point servi? Et puis, en fait, y a-t-il un système sexagésimal? Enfin, il n'est pas possible de déterminer la place qu'auraient occupée auprès des Babyloniens les Aryo-Germains et moins encore de tracer leur itinéraire vers l'Europe.

Voici la réponse faite par M. Johann Schmidt à ces critiques (2). Il maintient que les combinaisons par 12, 60, 120 constituent un

(1) *Johannes Schmidt " Ueber die Urheimat der Indogermanen "*. Ausland, 1891, n° 23, pp. 441-44.

(2) *Noch einmal die Urheimat der Indogermanen*. Ibid., 1891, n° 27, pp. 524-29.

véritable système de numération pratique et usuelle chez les anciens Germains et les Babyloniens. Comment M. Müller peut-il demander pourquoi les Sémites n'ont pas emprunté cet usage, quand il est notoire que les Sémites, les Phéniciens, les Grecs et même les Égyptiens l'ont adopté dans leurs mesures, leurs poids et leurs monnaies ? Sans doute, l'argument ne va pas jusqu'à préciser sur la carte d'Asie la place exacte qu'y occupait la patrie primitive des Aryas, mais il constitue une invincible présomption de leur origine asiatique.

Le cours d'anthropologie de l'Université de Bruxelles. — M. le Dr E. Houzé a publié le programme du cours d'anthropologie qu'il a professé à l'Université de Bruxelles en 1890-91. C'est un résumé fort suggestif des principales questions relatives à l'histoire de l'homme. Divisé en deux parties distinctes, le cours de M. Houzé s'occupe successivement de l'anthropologie *zoologique* et de l'anthropologie *ethnique*. Nous n'avons pas à nous occuper ici de la première partie, nous dirons seulement notre avis sur la seconde.

Avant cela, il nous faut pourtant relever une méprise. M. Houzé en veut très fort à la psychologie, qu'il accuse de donner de l'homme une idée fausse et d'aboutir à " des systèmes métaphysiques plus ridicules les uns que les autres ". Il a tort : la psychologie et l'anthropologie étudient dans l'homme deux aspects bien différents. Mais peut-être M. Houzé se refuse-t-il à admettre ce double point de vue. En effet, la phrase suivante, que nous lui empruntons, équivaut, nous le craignons bien, à une négation de tout principe spirituel pour réduire l'homme à un ensemble de phénomènes purement matériels : " La seule philosophie est celle qui s'occupe des lois naturelles qui régissent la cosmogénie, la géogénie et l'ensemble des êtres organisés dans leur structure et leurs fonctions, depuis l'amibe jusqu'à l'homme. " Même pour un matérialiste, la déclaration est un peu tranchante, car nous en connaissons qui avouent une autre philosophie que celle de la végétation et de la digestion. De vrai, traiter de ridicule la philosophie d'Aristote et de saint Thomas d'Aquin, c'est dépasser la mesure et déroger à la gravité qui convient au savant.

Nous ne chercherons pas à imiter M. Houzé en qualifiant la tendance d'évolutionnisme radical qui perce dans toute la première partie de son cours. Cependant il ne nous serait point difficile de trouver des appréciations sévères, même chez les

savants rationalistes, pour caractériser la méthode de ceux qui fondent la science sur une simple hypothèse. Sans insister davantage sur ces divergences, nous préférons parler de la seconde partie du programme de M. Houzé, où le terrain de la conciliation sera plus aisé à trouver.

Dans l'étude comparée des races humaines, M. Houzé considère les caractères morphologiques, anatomiques, physiologiques et pathologiques. Toutefois, si ces divers caractères peuvent servir à différencier les types, ils sont impuissants à fournir la base d'un groupement méthodique. Même en combinant, comme M. Topinard, cinq caractères, l'indice nasal, la forme des cheveux, l'indice céphalique, la couleur et la taille, on arrive à ce résultat étrange de réunir dans un même groupe les Scandinaves et les Lapons, dans un second les Esquimaux et les Polynésiens, dans un troisième les Boschimans et les Négritos.

La seizième leçon de M. Houzé est consacrée à l'ethnographie préhistorique. Quatre types principaux caractérisent les races primitives, les dolichocéphales de Canstadt (Neanderthal, Spy, Naulette), les dolichocéphales de Cro-Magnon, les brachycéphales de Furfooz et les dolichocéphales de Hallstadt. Dans ce chapitre, nous relevons deux assertions singulières : l'existence de l'homme quaternaire a été combattue avec acharnement par des savants plus préoccupés des dogmes religieux que des progrès de la science. Pourquoi M. Houzé ne cite-t-il pas leurs noms? Nous avouons ne pas connaître ces savants. Ensuite, on nous dit que l'homme quaternaire appartenant déjà à plusieurs types, cette diversité est un argument en faveur de la pluralité des espèces humaines. Sans doute, les polygénistes font argument de cette diversité, mais il reste à prouver que cette donnée a quelque valeur.

L'ethnologie de la Belgique fait l'objet de la dix-septième leçon. M. Houzé essaie d'abord de déterminer les populations qui habitaient le sol de la Belgique aux époques primitives, puis il s'efforce de dégager les caractères physiques qui distinguent les Flamands des Wallons.

Dans la dix-huitième leçon, M. Houzé, après des considérations générales sur l'évolution et la dégénérescence des races, écrit cette phrase étrange : " Les Flandres doivent leur déchéance à des causes multiples; si les dégénérés y sont nombreux, c'est qu'au XVIe siècle elles ont eu à souffrir de l'inquisition, qui les a frustrées de leurs plus nobles enfants. „ La déchéance des Flandres, proclamée avec tant d'assurance par M. Houzé, est un

audacieux paradoxe, et la cause qu'il assigne ne sera prise au sérieux par aucun historien. Heureusement, dans cette même leçon, M. Houzé fait d'excellentes remarques sur la théorie de Lombroso. " Le type criminel, conclut-il, est une absurdité contre laquelle il est temps de réagir : il est insensé d'avancer qu'au milieu des races complètement différentes au point de vue de la morphologie et au point de vue des tendances intellectuelles, il puisse se trouver une catégorie d'individus pourvus de caractères anatomiques spéciaux et voués au crime! „

La religion des peuples préhistoriques. — M. le Cte Goblet d'Alviella a publié récemment un article sur les *Méthodes qui permettent d'atteindre le développement préhistorique des religions* (1). En voici la marche générale.

M. Goblet d'Alviella part de ce qu'il appelle une " forte présomption „, par laquelle " l'humanité n'a pas été soustraite, dans ses débuts préhistoriques, à la loi générale de développement des êtres vivants. „ Par suite, " ses commencements doivent être cherchés dans un état inférieur à tout ce que nous apportent les témoignages les plus anciens des premières civilisations. „ L'archéologie préhistorique confirme cette induction et nous montre partout l'homme partant de très bas pour franchir graduellement toutes les étapes de la civilisation.

On a fait des objections aux conclusions qui semblent ressortir de ces données de l'archéologie préhistorique. M. Goblet connaît ces difficultés, et il s'efforce d'y répondre. On a dit très justement que rien ne contredit la préexistence aux anciennes races, dont l'archéologie constate l'état rudimentaire, d'un peuple doué d'une civilisation plus avancée. M. Goblet demande qu'on lui montre les restes de cette culture, et affirme qu'il y a peu de chances de faire pareille découverte.

On a soutenu que les sauvages ne peuvent s'élever à la civilisation sans l'intervention d'un peuple déjà civilisé. Si M. Goblet avoue que la constatation de ce passage n'a jamais été faite, il assure d'autre part qu'elle est impossible à établir, et que, du reste, si le passage de la sauvagerie à la civilisation paraît difficile à franchir, cette difficulté est surtout sensible parce que l'on considère uniquement les degrés extrêmes; mais elle s'atténue si l'on passe par les intermédiaires souvent imperceptibles.

Enfin, on a remarqué que certaine barbarie est conciliable

(1) *Revue de Belgique*, 1892.

avec un caractère relativement élevé de religion, et, pour l'établir, on a fait valoir d'abord le souvenir gardé par les peuples d'une époque où leurs croyances étaient plus élevées, ensuite l'éloge fait par les auteurs classiques de certains peuples anciens, et enfin les idées plus épurées que l'on rencontre dans les plus vieux livres " des Perses, des Hindous, des Juifs, des Chinois, comme dans certains hymnes des Égyptiens et des Chaldéens. „ M. Goblet répond que les " recherches des derniers temps tendent de plus en plus à dissiper des illusions „, et que " chez tous ces peuples, à mesure que nous nous rapprochons des origines, nous trouvons de plus en plus prédominantes des formes de pensée et des manifestations de sentiments qui caractérisent l'état religieux des sauvages à toutes les époques et dans toutes les parties du monde. „ Cela est assez vrai des Sémites en général, des Égyptiens et des Indo-Européens, mais comment M. Goblet peut-il affirmer pareille chose de l'état religieux décrit par la Bible?

La linguistique, continue M. Goblet, établissant que les idées générales ont été précédées dans toutes les langues d'un sens concret et en quelque sorte matériel, est peu favorable à " l'hypothèse d'un début religieux beaucoup au-dessus du niveau observé chez les sauvages. „ Bien plus, pour M. Goblet, les hommes primitifs étaient incapables de s'élever spontanément aux notions de Dieu, d'âme, d'infini, et, à supposer même une révélation, impuissants à la saisir. Il faut donc en appeler à l'évolution graduelle et lente.

C'est l'archéologie préhistorique qui signale les premiers vestiges matériels des plus antiques croyances, rites funéraires, culte des morts, litholatrie des pierres levées et alignées, trépanation, mythe du marteau. Le folk-lore permet de prendre sur le vif les survivances de ces anciennes croyances.

" Ainsi, conclut M. Goblet, l'histoire, l'archéologie préhistorique, le folk-lore, l'ethnographie comparée se joignent à la linguistique et à la psychologie pour nous dire que, si nous voulons reconstituer les premières formes et les premiers développements de la religion, force nous est de nous adresser aux peuples non civilisés, en rapprochant leurs croyances des éléments similaires qui se constatent dans les cultes historiques et dans les survivances populaires. Là où ces trois espèces de sources nous fournissent des renseignements identiques — et surtout s'ils proviennent des régions et des races les plus diverses, — nous pouvons présumer avoir devant nous, non des

faits accidentels et passagers..., mais des faits généraux, *humains.* „

Nous venons de résumer fidèlement la méthode préconisée par M. Goblet pour atteindre le développement préhistorique des religions. Il nous reste à formuler notre appréciation sur le résultat de ces recherches. M. Goblet demeure convaincu que, “ quoi qu'on fasse, on n'évitera plus la nécessité de soumettre le sentiment religieux à la loi générale de l'évolution „, et que “ la seule thèse qui en souffrira, ce sera le vieil argument métaphysique qui fait reposer la réalité de Dieu sur l'impossibilité où nous aurions été de le concevoir s'il n'avait, en quelque sorte, proclamé son existence à l'oreille du premier homme. „

Eh bien, il ne nous paraît pas que M. Goblet ait solidement prouvé aucune de ces deux assertions. L'espace nous manque pour justifier à fond notre manière de voir, mais il n'est pas malaisé de montrer que l'évolution décrite par M. Goblet ressemble plus à une construction de tête qu'elle n'atteint la réalité des faits. Bien plus, en accordant même la rigoureuse exactitude de toutes les déductions tirées de la religion préhistorique, nous ne voyons pas en quoi cette théorie contredit le dogme chrétien de la révélation. Si la science ne le retrouve pas dans les données fournies par la linguistique, l'ethnographie comparée, le folklore ou l'archéologie, elle conclut à tort à l'impossibilité de la révélation. Ces données ne constituent pas les seules et uniques sources par lesquelles on peut remonter à l'origine de la religion, pas plus que l'alchimie, l'astrologie et l'empirisme du moyen âge ne peuvent nous renseigner complètement sur le développement des sciences chimiques, astronomiques et médicales.

“ Le vieil argument métaphysique „, dont parle M. Goblet, est d'ailleurs un peu travesti par le savant professeur. La réalité de Dieu ne dépend pour aucun théologien de l'impossibilité de le concevoir sans révélation. Au contraire, tous les théologiens, à part quelques traditionalistes, admettent que la révélation ne fut pas absolument nécessaire. Ils n'affirment que la nécessité morale et, pour la démontrer, on trouve dans la considération de la nature de l'homme un appui que n'ébranlent pas les découvertes de la science moderne. Celle-ci s'obstine souvent à ne prendre l'humanité que sous un seul aspect et à une certaine époque de sa longue histoire. Il y en a d'autres qu'on ne saurait perdre de vue. Voilà pourquoi, malgré sa concision, le tableau que le Livre de la Sagesse (chap. XIII-XVI) trace de l'origine et de la marche des religions vaut bien sur cette question

toutes les recherches des hiérographes contemporains. D'ailleurs, celles-ci s'occupent uniquement des transformations historiques, nous allions dire des déformations, subies par l'idée religieuse primitive. Sur ce terrain, nous serons en beaucoup de points, non pas en tous, d'accord avec M. Goblet. Mais la science des religions ne va point au delà, et si les conclusions qu'elle propose sur l'origine première du sentiment religieux prétendent nier la révélation, on peut dire que l'hiérographie dépasse ses droits, qu'elle sort de son domaine propre. Elle porte alors sur une époque où, les documents positifs lui faisant défaut, elle croit pouvoir préjuger de cette époque par les idées des temps postérieurs. On voit donc comment s'opère sans peine la conciliation de l'histoire des religions et " du vieil argument métaphysique " : leurs recherches opèrent sur des temps différents.

Les Hébreux établis en Palestine avant l'Exode. — Le R. P. Scheil a signalé sur une des tablettes d'Ell Amarna le nom de Jérusalem *(Urusalim)* et celui des Juifs *(Yaudu)*, comme un peuple palestinien, plus de deux siècles avant l'Exode et avant la conquête du pays de Chanaan sous Josué (1).

Dans la *Revue biblique* (2), M. l'abbé De Moor a examiné la possibilité et la réalité de cet établissement d'une colonie d'Hébreux en Palestine à cette époque reculée. Il pense que ces Hébreux furent des descendants de la famille de Jacob qui, alliés aux Hyksos, mais vaincus par le roi Ahmès I, auront suivi ces derniers dans leur Exode. Tandis que les Hyksos traqués par le vainqueur égyptien fuyaient vers la Syrie, les Hébreux se seront jetés dans les montagnes de la Judée. Plus tard, avec leur chef Arsou, ces pasteurs hiérosolymitains, dans l'espoir de venger la défaite de leurs ancêtres, s'allièrent de nouveau avec les Égyptiens révoltés contre Setnecht. Ils réussirent et dominèrent treize ans en Égypte. Pendant ce temps, les Jébuséens s'emparèrent de Jérusalem qu'ils appelèrent Jébus.

Ces données sont confirmées par une inscription du temple de Karnak, où on lit, parmi les noms des peuplades vaincues par Touthmès III en Palestine, ceux de *Jakobaal* et de *Josepaal*. Cette inscription est en effet antérieure à la tablette d'Ell Amarna, et M. De Moor conjecture ingénieusement que ces dénominations désignent les *Yaudu* des tablettes d'Ell Amarna et les

(1) *Revue des religions*, n° de novembre-décembre 1891, p. 567.
(2) *Revue biblique*, livr. de juillet 1892.

pasteurs hiérosolymitains de Manéthon. Un passage des Paralipomènes (I, VII, 21), inexpliqué jusqu'à présent et très heureusement interprété par M. De Moor, jette sur les mêmes faits une nouvelle lumière.

Les peuples du Ferghanah. — Le Ferghanah, ou vallée supérieure du Sir-Daria, entre le Tian-chan et l'Alaï, renferme une population de 785 600 habitants, dont M. Paul Gault a essayé naguère de préciser la position ethnologique (1).

Voici la conclusion de ces recherches. Les plus anciens occupants descendus des monts Tian-chan formèrent le fond des populations turques d'Andijan, Marguellen, Osh et Ouzgent. Aussi le type mogol et la langue turque dominent-ils au Ferghanah. On signale pourtant un certain nombre de familles venues de Chine, et d'autres de la vallée du Zerafshan en passant par Khodjent.

M. Gault remarque très à propos que les solutions générales proposées pour expliquer le peuplement du Ferghanah sont démenties par l'étude attentive des habitants des divers districts. Il y a des interprétations différentes à donner aux origines de la plupart d'entre elles.

L'ethnologie du Bengale. — Nous avons annoncé autrefois dans un de nos bulletins (2) que le gouvernement du Bengale avait chargé M. Risley de poursuivre des recherches anthropologiques et ethnographiques sur les indigènes du Bengale. Les premiers résultats de ces recherches ont été publiés en quatre volumes, deux intitulés : *Glossaire ethnographique,* et deux autres, *Documents anthropométriques.* M. Topinard examine longuement et consciencieusement ces divers travaux (3).

Les groupes mesurés par M. Risley appartiennent à sept régions : la province de Chittagong, adossée à la Birmanie, le Bengale, le Behar, les provinces du nord-ouest et d'Oudh, les montagnes de Darjeeling, le Chota-Nagpore et le Pendjab.

C'est dans le Pendjab que l'influence aryenne prédomine. Le Chota-Nagpore appartient aux Noirs, non pas aux Négritos brachycéphales, mais aux Australoïdes dolichocéphales. Dans la région de Darjeeling, nous rencontrons les Jaunes. Le Chittagong

(1) *L'Anthropologie*, t. III, janvier-févr. 1892, pp. 55-65.
(2) *Rev. des quest. scient.*, t. XXI, p. 650-1.
(3) *L'Anthropologie*, t. III, 1892, pp. 282-317.

est hétérogène; à côté des Birmans on signale un élément dolichocéphale que M. Topinard incline à rapporter à une race noire ancienne qui a occupé l'Indo-Chine aussi bien que l'Inde.

Mais ce ne sont là que des indications sommaires. L'Inde n'a pas échappé au mélange des races, malgré le système des castes, et, là aussi, les populations présentent à l'anthropologiste un fouillis inextricable. On aurait tort aussi de se laisser guider par les présomptions historiques; étudier l'Inde avec la préoccupation de retrouver les anciennes races, c'est s'exposer à de funestes mécomptes. Voici les éléments que M. Topinard découvre dans les données de M. Risley : 1° un type de haute taille, dolichocéphale, leptorhinien, domine dans le Pendjab, reparaît, mais atténué, sur le Haut-Gange, et disparaît à mesure qu'on descend le fleuve; 2° un type de petite taille, brachycéphale, mésorhinien occupe le nord, le long de l'Himalaya, et l'est dans la direction de l'Indo-Chine; 3° un type petit, dolichocéphale, platyrhinien se rencontre au sud de la vallée du Gange.

Les Grecs en Afghanistan. — On sait combien l'ethnologie de l'Afghanistan est complexe. Dans un récent travail, le Dr H. W. Bellew a essayé de déterminer l'import de la race grecque dans la population afghane (1).

En étudiant les Barakis du Caboul, M. Bellew constate que leurs traditions les distinguent nettement des Pathans, des Turcs et des Mogols ; leur langue aussi constitue un dialecte particulier. M. Bellew pense que les Barakis sont les descendants des captifs grecs transportés, au VIe siècle avant J.-C., par Darius en Bactriane. On doit aussi reconnaître des Grecs, peut-être les Brankhides de Milet transportés par Xerxès en Sogdiane, dans les habitants de Barangan, village du district de Ghorband, près du Badakshan. Enfin les clans ou tribus appelés *Ali, Aali* par les musulmans ; *Jana, Yona, Javana* par les Hindous, *Yunus* par les musulmans ; ou *Bâi, Bâe, Bâizi,* sont, pour M. Bellew les Éoliens, les Ioniens et les Béotiens.

En somme, le fait de l'influence ethnique des Grecs en Afghanistan n'a rien de surprenant. Tout le monde connaît le royaume grec de Bactriane, et il n'a pu disparaître sans laisser au moins quelques traces. Toutefois, la difficulté commence lorsqu'on veut préciser dans quelles tribus cette prédominance de l'élément grec s'est surtout maintenue. Il n'est même pas cer-

(1) *The Imperial and Asiatic Quaterly Review,* October 1891, pp. 261-87.

tain que les noms helléniques désignent indubitablement des peuplades d'origine grecque. Le nom peut être demeuré, tandis que la race allait toujours s'altérant.

Les Indiens des côtes méridionales de l'Alaska et de la Colombie britannique septentrionale. — Dans le rapport du Musée national des États-Unis que vient de publier pour 1888 la *Smithsonian Institution* (1), on trouve un long travail de M. Albert P. Niblack sur ces Indiens. Cette publication, qui prend plus de 150 pages du recueil et est accompagnée de 70 planches hors texte, sans compter de nombreuses figures, témoigne de consciencieuses et patientes recherches. Aussi n'hésitons-nous pas à dire qu'elle constitue pour l'ethnologie de l'Amérique un appoint considérable.

Impossible d'analyser en détail ce beau mémoire, ni même de résumer les conclusions générales qui en ressortent. Nous ne pouvons que le signaler à l'étude approfondie des ethnographes et en indiquer les principales divisions.

Après un coup d'œil sur la classification et l'histoire des différentes tribus, l'auteur passe aux caractères physiques, intellectuels, moraux et esthétiques. Il étudie ensuite l'organisation de la famille, de la société et de l'industrie, pour nous initier après cela aux détails de la vie privée. Comme chez la plupart des peuples primitifs, diverses mutilations sont en usage, le tatouage également. La pêche constitue le principal moyen d'alimentation. M. Niblack décrit aussi les habitations, les villages, les diverses industries, le commerce, nous fait assister aux coutumes de guerre et de paix. Suit un tableau de la vie morale de ces Indiens, de leurs superstitions, de leurs coutumes funéraires et de leurs fêtes.

Malgré les résultats considérables auxquels il est arrivé et la somme des faits recueillis, l'auteur avertit loyalement que le problème de l'origine ethnique de ces populations reste à résoudre. Ce qu'on a dit de plus sérieux à cet égard concerne certains rapprochements entre la tribu des Haida et les Maoris de la Nouvelle-Zélande.

J. G.

(1) Ce volume a paru en 1890, mais il vient à peine d'être distribué aux Sociétés européennes correspondantes.

GÉOGRAPHIE.

—

L'expédition Paul Le Marinel au Katanga. Du camp de Lusambo à Bunkeia (1). — La route suivie par l'expédition couvre 5°30′ en latitude méridionale et 4° en longitude orientale. Elle traverse tout entière des pays neufs et croise seulement, aux sources du *Lovoï*, * 9° lat. S. (2), l'itinéraire de Cameron.

Nous allons tâcher de suppléer par quelques altitudes à une coupe générale du terrain.

Le Marinel est parti du camp de *Lusambo*, à 450 mètres au-dessus du niveau de la mer, par * 5° lat. S. Il a d'abord remonté la rive droite du *Lubi*, où il a relevé les altitudes qui suivent, avec les latitudes correspondantes : 530 mètres et 5° 41′12″; — 300 mètres et 6° 06′10″; — 770 mètres et 6°15′47″; — 780 mètres et 6° 20′40″ (village de *Tchikunga*). Après avoir traversé le haut *Sankuru*, près de *Mutombo-Mukulu* (7° 57′45″ lat. S., — 23° 51′49″80 long. E. de Gr. et 950 mètres d'altitude), il pénétra dans le bassin du *Lomami*. *Nbumbi* (8° 26′45″ lat. S.), sur la rive gauche de cette rivière, se trouve à 1060 mètres au-dessus du niveau de la mer, et *Ba N'Zoa* (8° 35′30″ lat. S.), sur la rive droite, à 1100 mètres. Les sources du Lomami furent atteintes par 8° 35′ lat. S. et 1140 mètres d'altitude. C'est le plus haut relief du trajet fait jusqu'ici par la colonne. En marchant vers le sud, elle descendit dans la région lacustre de *Samba*, qui appartient au bassin de la *Lubudi*, affluent de gauche du *Lualaba occidental*. On y relève des altitudes de 1100 mètres à *Samba* (9°12′33″ lat. S.), et de 980 mètres à la pointe nord du lac *Kinda* (9° 27′38″ lat. S.). Vers l'est le plateau s'affaisse pour former la vallée au fond de laquelle coule une des branches mères du Congo. Par 9°46′12″ lat. S., sur la rive droite du Lubudi, on se trouve à l'altitude de 850 mètres, et par 9° 53′33″, coordonnée prise sur la rive droite du Lualaba, à celle de 800 mètres.

Jusque maintenant l'expédition n'a traversé que des pays de

(1) Mouvement géographique, pp. 9-11. Cfr aussi des déclarations de M. Swan, de la " Scotch Presbyterian Mission ", même Revue, pp. 27-28 et 1 carte, et un travail de M. Sharpe sur son voyage chez Msiri, Proceedings Royal Geographical Society, London, décembre 1891.

(2) Dans le cours de ce bulletin, nous marquons d'un astérisque les coordonnées astronomiques qui ne sont qu'approximatives.

plaines, où l'on passe d'un bassin dans un autre sans ligne de faîte bien sensible. La contrée est ici d'une nature tout autre. Ce ne sont que montagnes abruptes couvertes de bois au feuillage sombre, où l'on rencontre le borassus, l'acacia, le figuier, etc. L'ascension commence sur le versant nord-ouest de ces crêtes à l'altitude de 840 mètres. Bientôt Le Marinel se trouva à 1100, 1200, 1400 mètres au-dessus du niveau de la mer. La ligne de faîte séparative des bassins du Lualaba occidental et de la *Lufira* fut franchie par 1510 mètres, près des sources de la rivière *Kaluila*.

Sur le versant de la chaîne faisant face à la Lufira, l'expédition descendit jusqu'à 1075 mètres à *Kassamba* (10° 03′18″ lat. S.), et 1060 mètres à *Tchiongodi*, à 10 kilomètres à l'ouest de *Bunkeia*, par 10° 21′01″ lat. S. et 27° 10′10″5 long. E. Gr. On se trouvait au sein du pays montagneux soumis à Msiri.

Comme on le constate, trois bassins importants ont été parcourus, entre Lusambo et Bunkeia : le Sankuru, le Lomami et le Lualaba. Voici quelques données fournies à leur sujet par le lieutenant Paul Le Marinel.

Près de Mutombo-Mukulu, le *Lubilache*, branche supérieure du Sankuru, mesure 75 à 80 mètres de largeur et 3 mètres de profondeur. Son courant est faible. Des roches rendent la navigation impossible. La rivière reçoit à droite par * 7° 05′ lat. S. le *Lubichi*, et par * 6° 15′ lat. S. le *Luembé*. Les sources de ces deux tributaires sont par * 8° 30′ lat. S. Le Luembé est un affluent important et inconnu encore; il est large de 25 mètres et profond de 2 à 3 mètres par 7° 45′ lat. S. Puisque son bassin s'étend jusque 24° 30′ long. E. Gr., celui du Sankuru a donc vers l'est une plus grande extension qu'on ne croyait. Dix à quinze minutes en aval de la bouche du Luembé se trouve, à la rive gauche du Sankuru, le confluent du *Buchimai* (* 6° 05′ lat. S. et * 24° 03′ long. E. Gr.). Il est grossi sur sa rive droite d'un cours d'eau important, le *Luelé*. Dans les plaines arrosées par ces deux cours d'eau se trouvent des centres importants, tels *Muzembé* (7° 19′41″ lat. S. et 880 m. d'altitude).

Un autre affluent de gauche du Sankuru, c'est le *Lubi*. A son embouchure en face de Lusambo, sa largeur est de 70 mètres. Le Marinel l'a remonté l'espace de 165 kilomètres. Le cours du Lubi est trop rapide pour être navigable, mais le pays qu'il arrose est beau et très peuplé.

La source du Lomami est par 8° 35′ lat. S. et 24° 55′ long. E. Gr., au sein d'un marécage de 40 mètres de largeur. A

4 kilomètres en aval il est large de 10 mètres et profond de $1^{m},50$. Son cours est entièrement inconnu jusque 6°10′ lat. S., point où Cameron a cessé sa reconnaissance. De sa source à son embouchure dans le Congo, le Lomami mesure 1200 kilomètres.

Son bassin affecte une forme tout à fait étrange. Il couvre 10° en latitude et n'atteint jamais 2° en longitude. Le plateau étroit au fond duquel coule le Lomami semble dominer, tout au moins dans son cours supérieur et moyen, les deux bassins qu'il sépare : celui du Lualaba à l'est, et celui du Sankuru à l'ouest.

Le seul affluent important signalé jusqu'à ce jour est le *Lurimbi* (r. g.), reconnu par Le Marinel dans son voyage de Lusambo à Bena-Kamba. Le *Lukassi* (r. g.), que signale Wissmann, n'est pas aussi considérable.

Dans son cours supérieur le Lualaba occidental reçoit deux affluents principaux : la *Lufira,* qui débouche à la rive droite et qu'a traversée le capitaine Stairs, et le *Lubudi,* tributaire de la rive gauche.

Le Lubudi est le principal affluent du haut Lualaba, et semble avoir la même importance que lui à leur point de jonction. Les sources supérieures semblent être les petits cours d'eau franchis par Cameron, près des villages de *Mkongogotto* et de *Mouénékoula,* sous * 10° lat. S. et 24° long. E. Gr. Par 9° 45′ lat. S., 24° 52′ long. E. Gr., et 930 mètres d'altitude, il a une cinquantaine de mètres de largeur, 3 à 4 mètres de profondeur et un courant d'intensité moyenne. Sa vallée est large. Au dire des indigènes, la rivière a une direction générale nord-est et est barrée en divers endroits par des rapides, qui rendent toute navigation impossible. Elle conflue dans le Lualaba par * 9° 25′ lat. S.

Le Marinel a franchi le Lualaba occidental, branche maîtresse du Congo, par 9° 55′ lat. S. et 25° 38′ long. E. Gr., lors du voyage d'aller ; il mesurait 80 à 90 mètres de largeur et 3 mètres de profondeur. Ses eaux limpides couraient d'une grande vitesse sur un fond rocheux. Au retour, la traversée se fit par 9°12′ lat. S. et 26° 8′ long. E. Gr. Entre les deux points de passage, où l'altitude est de 790 et 660 mètres, le fleuve a une section de 90 kilomètres environ. La chute est donc de 130 mètres. Cette différence de niveau révèle l'existence d'un saut important ou de toute une série de rapides. Et de fait, d'après des renseignements recueillis par l'expédition, en amont de chaque point de passage se trouveraient respectivement les rapides de *Chilo* et ceux de *Kalengué.*

Une section du fleuve, absolument inconnue et longue de 700 kilomètres, s'étend entre Nyangwé et le parallèle 9° 12′ lat. S. Les indigènes affirment qu'elle est libre de tout obstacle et que la rivière forme, comme Cameron l'a dit, une suite d'expansions ou de pools de grandeurs variables, dont le lac *Landji* est la dernière expression vers le nord. Il est intéressant de rapprocher de ce témoignage, que viennent d'ailleurs confirmer de vagues renseignements fournis par Reichard, les altitudes relevées jusqu'à ce jour. D'après Le Marinel, l'altitude est de 660 mètres à la seconde traversée du fleuve; elle est de 620 mètres à Nyangwé, au dire de Livingstone ; mais Stanley donne au *niveau* du fleuve devant cette ville 631 mètres d'altitude.

Certes, tous ces chiffres ne sont qu'approximatifs, mais il semble pourtant qu'on peut prévoir une faible différence de niveau pour les points extrêmes de la section de 700 kilomètres susvisée, et espérer sa répartition normale sur cette partie du fleuve, qui serait libre de rapides et d'obstacles, et propre à la navigation.

Les régions traversées par l'expédition Le Marinel présentent-elles quelque avenir au point de vue agricole, commercial ou industriel ? Nous le pensons d'après les renseignements fournis par MM. Swan, Sharpe, Stairs et Le Marinel. Le long du Lubi et dans le haut Sankuru, le pays est cultivé et d'un bel aspect. Dans la région des petits lacs et étangs du Samba, le paysage n'a rien d'africain, il rappelle plutôt nos sites de prédilection des pays civilisés : de grands arbres au feuillage épais, une herbe courte et fraîche, une belle pièce d'eau. Les arbres les plus communs sont du genre figuier. Dans la région montagneuse du Katanga les cultures sont belles, étendues, variées; la terre produit le riz, le maïs, le sorgho, l'arachide, le manioc, l'igname, le tabac, la patate douce. Le bananier, le borassus, la liane à caoutchouc sont partout.

La faune est très riche dans la région voisine des sources du Lomami et du Lovoï, tributaire septentrional du lac *Kassali*. On y voit l'éléphant, le buffle, l'antilope, d'autre gibier de moindre taille ; puis les grands fauves, le lion, le léopard, la hyène; diverses espèces de serpents, entre autres le python. Le zèbre se rencontre déjà près du Lualaba. Les petites fourmilières (armicières) sont incalculables ; il y en a aussi de grandes, de forme cylindrique et hautes de 4 à 5 mètres; elles sont généralement faites d'argile rougeâtre. De loin on dirait un village.

Les oiseaux ne sont pas très nombreux. Ils sont représentés

par la perruche verte, le bengali à bec blanc, le toucan gris, un aigle de grande taille, des bandes de canards, etc.

Le Marinel signale un scorpion noir, dont un spécimen était long de $0^{m},11$.

La tsétsé exerce ses ravages près des sources du Lomami, comme au Katanga où le règne animal comprend surtout le zèbre, l'antilope, le buffle, l'éléphant. Le buffle du haut Lualaba est celui du Cap et non celui du restant du bassin du Congo.

Il y a au Katanga environ six mois de pluie (octobre à mars) et six mois de sécheresse (avril à septembre). Le vent dominant vient de l'est; il est parfois violent. Les orages sont fréquents, les soirées fraîches, les nuits froides. On doit se prémunir contre les fièvres du pays.

La géologie de la région bouleversée qui s'étend à l'est du Lualaba promet des révélations assez intéressantes. Le sol est généralement plus argileux que sablonneux; on y voit du mica en lamelles, des minerais de fer de riche apparence, du quartz sous divers aspects, du micaschiste et du schiste argileux, parfois en grandes masses, et en fragments ténus un peu partout.

Dans les montagnes de *Kanké* sont des roches énormes, très dures : près du Lualaba, par * 9° 20′ lat. S. et 26° 20′ long. E. Gr., Le Marinel a découvert des eaux thermales sulfureuses, et sur la rive gauche du *Dikulué* des efflorescences salines.

A deux journées de marche de Bunkeia sont des mines de cuivre. Sharpe signale même des gisements d'or.

Dans la vallée du Lubi et aux sources du Sankuru et du Lomami, la population est dense. Dans le Katanga la race est très belle, très forte, intelligente, vaillante, disposée au travail. Les gens du Katanga forment d'excellents chasseurs et agriculteurs. Sur les hauteurs qui s'étendent à droite du Lualaba, le lieutenant Le Marinel a rencontré les Bena-Kabambo. Il en est parmi eux qui sont de vrais troglodytes. Ils sont très farouches. Leur vie se passe dans des grottes et cavernes d'où ils ne sortent que pour faire du bois et chasser. Ils n'ont pas de huttes à l'extérieur.

Les Straits Settlements ou colonie des Détroits (1). — L'Angleterre étend sa domination sur la majeure partie de la péninsule malaise ; elle s'est ainsi rendue maîtresse d'une des principales entrées des mers de l'Extrême-Orient.

(1) *Les Établissements anglais du détroit de Malacca*, par Gabriel Marcel. La Nature, 16 juillet 1892, pp. 106-108 et 1 carte.

Les établissements des Détroits se composent des colonies anglaises proprement dites et d'États protégés. Les colonies comprennent : 1) l'île de *Penang* ou île du *Prince de Galles*. Elle a été cédée à l'Angleterre en 1785 par le rajah de Kedah. C'est une plaine riche et fertile située par 5° lat. N. sur la côte ouest de la presqu'île, à l'entrée du détroit de Malacca. Un canal large de 2 à 10 milles la sépare de la terre ferme, où s'étend la province de Wellesley ; sa largeur est de 8 et sa longueur de 45 milles. Cette province a été acquise en 1798, mais a été agrandie depuis 1830, année où Singapour devint le siège du gouvernement ; — 2) Les *Dingings,* devenues possession britannique après 1830, sont un groupe d'îles, dont *Pangkor* est la plus grande, et qui sont situées par 4° 30′ lat. N. Sur la côte leur faisant face, l'Angleterre est parvenue à l'annexion d'une bande de terre de 25 milles d'étendue du nord au sud; — 3) L'île de *Singapour,* longue de 27 milles sur une largeur moitié moindre, est située à la pointe extrême de la presqu'île de Malacca, dont elle n'est séparée que par un étroit chenal. Au point de vue militaire, c'est un point stratégique de premier ordre. Il commande la grande route de l'Extrême-Orient. Ses travaux de défense ont déjà coûté à la colonie 2 500 000 francs. Elle forme aussi une station maritime de première importance au point de vue commercial. Le port est excellent et l'un des plus grands du monde. Là font escale les innombrables navires qui mettent l'Europe, l'Inde et la côte orientale d'Afrique en communication avec l'Indo-Chine, la Chine, le Japon, l'Insulinde et l'Australie. L'île de Singapour a été achetée en 1812 au sultan de Djohore; — 4) *Malacca* forme dans la péninsule une enclave de 659 milles carrés. Elle appartient définitivement à la Grande-Bretagne depuis le traité du 17 mars 1824, passé avec les Pays-Bas. Son importance est presque nulle, car elle est détrônée par Singapour qui concentre tout le commerce extérieur, et par Penang où se trouvent de riches mines d'étain; — 5) Les îles des *Cocos,* dont l'Angleterre a pris possession en 1857 comme station de charbon, ont été réunies à la colonie en 1886; — 6) Enfin l'île *Christmas,* dans l'océan Indien, qu'on annexa et où l'on fonda un établissement en janvier 1889.

Les Straits Settlements, jadis sous la dépendance du gouvernement de l'Inde, dont ils formaient une présidence, relèvent du secrétaire d'État des colonies. Leur constitution est celle des autres possessions de la Couronne. Ils sont dirigés par un gouverneur nommé pour six ans, assisté d'un conseil exécutif et d'un conseil législatif.

Les revenus de la colonie ont été en 1890 de 853 825 livres sterling.

Sans compter la marine indigène, il est entré, en 1890, dans les ports, 16 178 bâtiments ne jaugeant pas moins de 9 678 679 tonnes.

La population des divers établissements est de 506 984 âmes.

La plupart des États indépendants de l'extrémité méridionale de la péninsule malaise ont accepté le protectorat britannique: les autres, affaiblis par des luttes intestines, ne tarderont pas à le solliciter. Depuis 1874, il se trouve des résidents anglais au *Perak*, au *Selangor* et au *Sungei Ujong*, trois pays de mines, et depuis 1883 dans les neuf petits États, riches en gisements d'or, qui ont été formés en confédération en 1892 sous le nom de *Negri Sembilan*. Le *Pahang* gravite dans l'orbite de la Grande-Bretagne depuis 1892. C'est le plus grand des États protégés. Sa superficie est de 10 000 milles carrés. L'agriculture y est en honneur, comme aussi la recherche de l'or et l'extraction de l'étain. Le fleuve *Pahang* est navigable jusqu'à 200 milles de son embouchure.

L'expédition Stairs de Zanzibar au Tanganika, et du Tanganika au Katanga (1). — Le capitaine Stairs, un des adjoints de Stanley pendant son expédition à la recherche d'Émin-Pacha, s'est rendu en mission chez Msiri pour le compte du syndicat commercial du Katanga. Atteint de fièvres, il a dû précipiter son retour ; le mal l'a emporté à *Chindé*, aux bouches du *Zambèze*.

Nous extrayons de sa correspondance et d'une lettre du marquis de Bonchamps d'intéressants renseignements sur la partie de l'itinéraire qui va du Tanganika à Bunkeia.

Le capitaine Stairs conclut, d'une quarantaine d'observations faites à *Karéma* et à *Mont-Rumbi*, que l'altitude du *Tanganika* est de $821^{m}, 27$. C'est le chiffre donné par Thompson.

Le lac continue à baisser. Ses eaux, qui baignaient les rochers situés au pied de la station de Karéma, au moment de l'arrivée du major Cambier, en sont maintenant éloignées de 819 mètres; elles présentent une différence de niveau de $5^{m}, 79$. Les indigènes affirment qu'elles recommenceront à monter dans deux ans et que la période de la baisse et de la hausse alternatives est de trois lustres.

(1) *Mouvement géographique*, 1892, pp. 62-65; 70; 80.

La chaîne de *Makololo* borde la rive occidentale du lac. Elle atteint jusqu'à 1830 mètres d'altitude. Le mont Rumbi a 1500 mètres. Il revêt une forme analogue à celle de la plupart des points élevés de la masse montagneuse et de cette partie du *Marungu :* une pente à pic de roches rougeâtres, couronnée d'un sommet plat, dépourvu de toute végétation.

On y voit le village de *Manda,* 7° 02′ 11′ lat. S., à l'altitude de 1139 mètres, soit à 318 mètres au-dessus du lac, et à six kilomètres et demi à peine de ce grand réservoir.

Le sol de ces crêtes montagneuses est riche en fer. Ce métal se manifeste tantôt sous la forme de minerai spéculaire, tantôt sous celle d'hématite rouge.

Près de *Mpala,* le Tanganika reçoit la *Lufuko,* qui vient du sud. Au point où Stairs l'a traversée, c'est-à-dire à quelques lieues de son embouchure, elle a 23 mètres de largeur, 0^m 62 de profondeur et une vitesse de 4 kilomètres à l'heure. Dans la vallée on rencontre plusieurs forêts de bois excellent pour la construction, mais pas âme humaine. L'Arabe a passé par là.

A sa sortie de la vallée de la Lufuko, qu'elle franchit par 7° 27′ 56″ lat. S., à l'altitude de 1373 mètres, l'expédition gravit, près de *Makawele,* une petite chaîne de montagnes, au pied de laquelle coule la *Ludifwa.* Cette rivière, large de 16^m, 50 et au courant rapide, se jette dans le *Lufunzu,* affluent du *Lualaba oriental ;* on atteignit le Lualaba à *Gwena,* à 500 mètres du confluent de la Lufunzo, par 8° 09′44″ lat. S. et 29° 06′45″ long. est, et à l'altitude de 902 mètres. Nyangwé étant à l'altitude de 620 mètres environ, la chute du fleuve dans cet intervalle doit être d'environ 282 mètres. La conclusion s'impose que le Lualaba oriental doit présenter un grand nombre de chutes et être un cours d'eau fort rapide.

La première impression que le fleuve fit à Stairs est celle d'un profond, large et puissant cours d'eau ; elle ne fut pas longue. A certains endroits la rivière avait une profondeur de plus de 9 mètres ; mais à une longueur de bateau elle n'avait plus que 0^m, 30 et couvrait des hauts-fonds de roches dentelées. La navigation n'est possible ici qu'aux canots et aux bateaux à très faible tirant d'eau. D'après les Arabes, pendant sept longues marches, la rivière descend sur des fonds rocailleux et est semée de plusieurs rapides ; à deux endroits même se trouvent de grandes cataractes.

La plus grande profondeur relevée par Stairs est de 12^m, 20. La largeur moyenne du fleuve est de 276 mètres environ ; elle

est rarement supérieure à 500 mètres. Les îles boisées sont nombreuses, et parfois habitées. Pendant la saison des pluies, le fleuve se précipite entre ces îles, mais ne dépasse jamais de plus de $0^m,75$ son niveau de saison sèche.

Les Arabes affirment que le fleuve n'est jamais appelé *Luapula* à sa sortie du lac Moëro (912 mètres d'altitude d'après Johnston), mais porte *toujours* le nom de *Lualaba* ou de *Luvwa*.

A trois jours de navigation en amont de Gwena, le Lualaba oriental reçoit la *Luwia*, petite rivière qui vient de l'ouest. On y trouve de grands gisements de sel, qui est exporté dans l'*Urua* oriental.

A l'ouest de Lualaba-Luvwa se trouve une chaîne de montagnes dominant la rivière de 518 à 610 mètres et couronnées par des pics raides.

Entre Gwena et Mpueto, le Lualaba se grossit de la *Luwule* venue du sud. Stairs prit deux latitudes sur les bords mêmes de la rivière : 8° 22′40″ et 8° 44′07″ lat. S. Entre ces points il leva les coordonnées du *Kassenga*, à l'est de la rivière et dans le voisinage de ses sources : 8° 38′ lat. S., et 28° 39′10″ long. E. Gr.

Plus à l'ouest, l'expédition franchit une chaîne de montagnes qui sépare les eaux coulant vers l'est et vers l'ouest. Son altitude est presque de 1220 mètres; elle est de 1198 mètres dans la vallée de *Gera* (8° 55′ lat. S., et 28° 02′10″ long. E. Gr.), à l'ouest de cette chaîne.

Après avoir traversé plusieurs rivières tributaires de la *Luvua*, on rencontra ce cours d'eau, qui est un affluent de la Lufira, qu'elle grossit à deux ou trois jours de marche de Bunkeia. Il existe des grottes habitées au nord-ouest du Sombe, pays qui longe la Luvua.

Les crêtes de *Konde Rungu* se dressent à l'ouest de la Luvua. Quelques pics s'élèvent à 915 mètres au-dessus des plaines de la Lufira. La chaîne se prolonge au sud jusque environ 11° 20′ lat. S., endroit où les montagnes tournent vers l'ouest. On y voit plusieurs cataractes superbes. Près de *Kifuntwe*, par exemple, une branche du *Ruizi* fait une chute de plus de 48 mètres au-dessus d'un bloc de rocher.

La Lufira fut franchie à l'altitude de 918 mètres, par 9° 37′ lat. S., et 27° 18′ long. E. Gr. Sa profondeur est ici de 12 mètres, sa largeur de 73 mètres et son courant de 1600 mètres à l'heure. Elle s'est frayé un canal profond au travers des plaines et elle décrit des méandres très capricieux. Ses rives sont d'argile rouge jusqu'à 12 mètres de profondeur. A environ neuf kilo-

mètres et demi en amont, la Lufira bondit au-dessus d'un mur rocheux. La chute doit être considérable, car la colonne de vapeur qui se dégage au-dessus de la plaine atteint 22 mètres de hauteur. A quatre jours environ au sud de Bunkeia (altitude 1021 mètres; lat. S. 10° 21'40"), il existe sur la Lufira des gisements salins considérables.

Aux points où Stairs a vu la *Lukuruwe,* elle était large de 27 mètres; sa vitesse était de 2400 mètres à l'heure. Par endroits elle avait une profondeur de 4 mètres et revêtait un caractère analogue à celui de la Lufira.

Huit mois de l'année le pays de Msiri est très salubre; au moins les deux tiers de sa superficie sont bien arrosés; il contient des matériaux de construction de tous genres.

De Bazoko à l'Uellé. Exploration du cours inférieur de la Lulu par le lieutenant Chaltin (1). — La *Lulu*, dont le cours inférieur est presque parallèle au *Rubi,* se jette dans l'*Aruwimi* un peu en amont du confluent de cette rivière avec le Congo. C'est peut-être le cours d'eau le plus bizarre et le plus capricieux de tous ceux qui traversent les forêts vierges de l'Afrique centrale. " Ses nombreux méandres si rapprochés les uns des autres, ses étranglements soudains, ses expansions inattendues, le bruit de ses eaux au courant si rapide, les épais rideaux de verdure qui l'enserrent, tout concourt à en faire une exquise fantaisie de la nature. Bien que coulant sur un fond sablonneux, elle roule des eaux noirâtres. Ses rives sont basses, marécageuses, inondées aux hautes eaux. De grands arbres, des palmiers, des plantes grimpantes, des lianes, de hautes herbes y croissent pêle-mêle, s'y enchevêtrent et répandent partout de l'ombre et de la fraîcheur. Lorsque les rives se rapprochent, la rivière coule sous une véritable voûte de verdure. De coquets petits îlots, couverts d'herbes gigantesques et de liserons en fleur, jettent une note gaie, claire, sur le fond sombre de l'ensemble. "

Quoiqué la Lulu soit très profonde, la navigation n'est possible que par canots; encore est-elle difficile et dangereuse. Le lit de la rivière est une véritable forêt d'arbres morts; ils barrent souvent le cours d'eau dans toute sa largeur, ne laissant qu'une

(1) Mouvement géographique, 10 juillet 1892, pp. 58-59 et un croquis. — En 1890 déjà, le lieutenant Léon Fiévez, ancien commandant du camp de Bazoko, a relevé, par plus de trois cents observations, le cours de la Lulu, depuis Pokomalia jusqu'à son confluent avec l'Aruwimi.

passe de quelques centimètres. Les rives ne sont habitables qu'aux rares endroits où sont établis les villages.

Aux eaux basses, la profondeur de la Lulu est de 2 mètres à l'embouchure, de $4^{m},50$ à *Yambissi,* de 4 mètres à *Bassali,* de 6 mètres à *Bokondandu* et de 4 mètres à *Bakangolia* et à *Mapalma.* Sa largeur varie entre 50 et 100 mètres. La vitesse moyenne du courant est de 50 mètres à la minute.

Les riverains de la Lulu sont à la fois pêcheurs et agriculteurs, mais rarement chasseurs malgré l'abondance du gibier.

Arrivé à Mapalma, le lieutenant Chaltin a pris la direction du nord-est. Il a parcouru une forêt peu dense, riche en éléphants, antilopes et sangliers, et arrosée par de nombreuses sources d'excellente eau. La première grande rivière qu'il a traversée est la *Makusere,* affluent de la Lulu. Sa largeur est de 50 mètres, sa profondeur de $0^{m},50$; plus loin il a rencontré la *Gunoa,* peu profonde mais large.

Le *Rubi* supérieur, dont le cours doit être un peu réduit, passe par *Bobi* (* 2° 40′ lat. N., et * 25° 45′ long. E. Gr.). Il a une profondeur de 5 mètres et mesure 75 à 100 mètres entre ses rives. On le passe en canot. Au dire des indigènes, de grandes chutes se trouvent à trois journées en amont.

La rivière a de nombreux affluents. Parmi ceux de la rive gauche, nous citerons la *Tele.* Elle baigne *Bassali* (* 2° 20′ lat. N., et * 25° 5′ long. E. Gr.), où elle est large de 30 à 50 mètres et profonde de 3 à 5 mètres. De grands arbres obstruent son cours, qui semble pourtant navigable pour les canots de la source à l'embouchure; plus en amont, l'*Emme* et la *Kauba* passent au sud de Bobi et coulent à deux journées de marche de Bassali. Ces deux affluents sont larges et profonds, mais non navigables. Leur fond est pierreux. On les traverse sur des troncs d'arbres. Le passage de la Kauba, dont le courant est très violent, ne se fait pas sans danger.

Dans le croquis joint à l'article que nous analysons, M. Wauters a profité d'un document cartographique inédit, appartenant au capitaine Van Gele, pour mettre à sa place le cours de l'*Uellé-Makua,* depuis le confluent de la *Bima* (* 3° 30′ lat. N., et 25° 15′ long. E. Gr.) jusqu'à *Yakoma,* à l'embouchure du *Bomu;* le cours de l'Uellé doit être reporté plus au sud que sur les cartes antérieures.

Les Pamirs (1). — M. et Mme Littledale ont traversé sans encombre les Pamirs du nord au sud. On sait que les Pamirs forment un immense plateau de 12 000 pieds de haut, de 280 milles en longueur et de 120 à 150 milles en largeur. Il est coupé par de puissantes masses montagneuses, où la limite des neiges éternelles est marquée à l'altitude de 15 000 pieds sur le versant septentrional et de 18 500 pieds sur le versant opposé. C'est l'Engadine asiatique, où l'on jouit de neuf mois d'hiver et de trois mois d'été.

Les explorateurs ont quitté l'Angleterre le 11 avril 1890; leurs principales étapes sont *Odessa, Batoum, Tiflis, Bakou, Samarcande* et *Marghilan,* capitale russe du district de *Kokand,* où ils arrivèrent le 14 mai. La vallée de Kokand est dominée au nord et au sud par une puissante chaîne neigeuse. Celle du sud est à l'altitude moyenne de 12 000 à 14 000 pieds, avec des pics de 18 000 pieds. Les crêtes septentrionales sont moins importantes.

L'ascension vers le Pamir a commencé à *Osh,* terminus de la route postale, à 500 milles de Samarcande. La caravane était composée de huit hommes et trente chevaux. On passa par *Langar* (5800 pieds), *Gulcha,* située dans une riante vallée, et l'on gravit les monts *Alaï,* importante muraille de pics neigeux, hauts de 22 000 à 23 000 pieds, à la passe de *Taldyk* (11 600 pieds), d'où l'on pénétra dans la vallée de l'Alaï. Les monts *Trans-Alaï* furent franchis à la passe de *Kizil Art* (14 200 pieds); le camp fut établi par 13 600 pieds sur les bords du *Markhan-su,* tributaire de la rivière de *Kaschgar* par le *Kizil-su.* Après avoir traversé le *Kichtine Kizil Art,* 14 200 pieds, crête de partage sablonneuse entre le Markhan-su et le lac *Kara-Kul,* on atteignit ce lac, qui est à l'altitude de 12 800 pieds, le 7 juin 1890.

Le Kara-Kul est formé de deux presqu'îles dont la plus grande longueur suit la direction nord-sud. La plus occidentale est la plus étendue; du sud elle reçoit l'*Ak-Jilga,* dont la vallée est couverte de 4 à 6 pieds de neige sur un espace de plusieurs milles.

Au delà de la passe de Tujuk ou d'Ak-Baïtal (15 525 pieds), qu'ils trouvèrent vierge de neige, les voyageurs suivirent le cours de la rivière *Ak-Baïtal.* Il se jette dans le *Murghab* ou *Ak-su* par * 74° 5′ long. E. Gr., et * 38°10′ lat. N. Près de ce point, le

(1) *A Journey across the Pamir from North to South,* by St George Littledale. Proceedings of the Royal Geographical Society, London, pp. 1-35 et 1 carte.

Murghab est à l'altitude de 12 300 pieds. Au loin se profilent les cimes du *Tagharma,* hautes de 25 800 pieds.

Le 17 juin, on remontait la petite vallée du *Kara-su,* affluent du Murghab, et au delà d'une petite crête on pénétrait dans celle de l'*Alichur.* L'Alichur a ses sources dans le Grand Pamir, au nord-est du lac Victoria; son cours est assez long, puisqu'il se jette dans le lac *Yashil-Kul* (12 370 pieds), tributaire de l'*Amou-Daria* par le *Ghund Dara.* Pour arriver aux bords de la rivière Pamir, on dut cheminer à travers la passe de *Khargosh* (14 550 pieds). Le *Pamir,* qui avait au point de passage 100 yards de largeur, fut remonté jusqu'au lac *Victoria* ou *Gaz-Kul* (13 980 pieds). Le 27 juin, on vit encore à la surface du lac des places où la glace avait un et deux pieds d'épaisseur. Deux passes, le *Kojignit-Davan* et l'*Andemin* (15 500 pieds), donnèrent accès dans la vallée de l'Ak-su ou du Murghab, qu'on longea jusqu'au lac petit pamirien de *Chak-Mak-Kul* (13 850 pieds).

La physionomie des lacs du Petit Pamir est semblable à celle du Grand Pamir : des rives légèrement inclinées au milieu d'une vallée unie, circonscrite par de hautes cimes neigeuses.

La petite expédition ne tarda pas à franchir la ligne de partage de l'*Ak-su* et du *Wakhan-su.* Ce dernier réuni au Pamir forme l'*Ab-i-Pandj* et plus bas, grossi du Ghund Dara et du Murghab, l'Oxus ou l'Amou-Daria.

Le Wakhan fut traversé à *Sarhad* (11 340 pieds), où le fourrage est assez abondant. Les eaux roulent sur un large lit sablonneux et forment six ou sept canaux.

Une étroite vallée conduisit M. et Mme Littledale à la passe de *Baroghil* (12 460 pieds). C'est une importante dépression de l'Hindou-Kouch, large de 2 à 3 milles et bordée de puissants bastions. Après avoir traversé à gué la rivière de *Mastuj,* de même profondeur que le Wakhan, on marcha, à travers les neiges, vers la passe de *Darkot* (15 000 pieds), et de là on descendit vers *Yasin* (7800 pieds), *Gilgit* (4890 pieds), *Srinagar,* où l'on arriva le 4 septembre, et enfin *Simla,* qui est le point terminus de l'itinéraire.

Exploration dans la Patagonie australe (1). — M. Mohler s'embarqua le 10 janvier 1890 à Buenos-Aires pour *Port-Madrin,* situé au sud de la Péninsule de *San-José,* dans la *Bahia-Nueva,*

(1) Par G. Mohler, Bulletin de la Société de géographie de Paris, 1892, pp. 128-159, 1 croquis et 4 dessins.

territoire du *Chubut*. L'aspect de Port-Madrin est sauvage; deux ou trois habitations et des collines non cultivées bordent la baie. Il est relié à *Trelew*, près du rio *Chubut*, par un chemin de fer, qui ne fait le trajet qu'une fois par mois (!) à l'arrivée du vapeur de Buenos-Aires.

Trelew est assez agréable. Il y a quinze ou vingt constructions en pierre. Au sud-ouest de cette localité, le rio Chubut est bordé sur la rive droite par des roches stratifiées en couches horizontales; sur l'autre rive s'étendent des champs dont le cactus forme la principale végétation. Par 68° 10′ long. O. de P., le pays, au sud du Chubut, change complètement de caractère : de tous côtés s'élèvent, de 40 à 60 mètres au-dessus du niveau du sol, des collines formées par des couches horizontales grises, rouges et blanches. Les bas-fonds généralement très unis sont toujours recouverts d'une couche de sable fin et de graviers luisants, incrustés dans le sol. Quelques touffes épineuses peuvent seules croître dans cette région aride, brûlante en été lorsque les vents du sud et de l'ouest se calment, très froide quand au contraire ces mêmes vents viennent à souffler.

Par * 44° 30′ lat. S., et 69° long. O. de P., le rio Chubut se grossit sur sa rive droite du rio *Chico*. Le rio Chico serpente vers le sud-ouest entre des roches offrant les formes les plus diverses et composées de grès ferrugineux. Ses rives sont généralement couvertes d'une bonne végétation : saules, arbustes épineux, herbe épaisse. Au commencement de février, ses eaux sont d'un jaune très opaque et très basses; on peut passer à gué la rivière presque partout. Le lit est couvert de galets. Par * 45° lat. S., la vallée est bordée de collines dont quelques-unes atteignent 80 mètres de hauteur. Dans ces parages on peut se permettre la chasse à l'autruche. Non loin du lac Musters se trouvent, sur la rive droite du Chico, d'anciens cratères hauts de 20 à 25 mètres, dont le sommet est couronné par une plate-forme recouverte de laves et de débris de roches basaltiques.

Le rio Chico est l'émissaire du lac *Musters*. Ce lac occupe une grande vallée fertile, bordée au sud par des plateaux de 50 mètres d'élévation au moins. Ce pays est inhabité. Les vents du sud-ouest et de l'ouest, qui dominent dans ces régions, sont très froids. Vers la partie médiane de sa rive occidentale, le lac Musters reçoit le rio *Senger*.

Il se présente ici une question très intéressante.

En arrivant au rio Chico, l'expédition dont M. Mohler faisait partie avait constaté l'état très trouble de ses eaux; la même

constatation fut faite au lac Musters. Les eaux du rio *Senger* au contraire, sorties directement du lac *Fontana,* encaissé dans la *Cordillère,* étaient absolument limpides. Le 25 février, le rio Senger déversait dans le Musters une quantité d'eau quadruple de celle qui s'échappait par le rio Chico. Où allait la différence ?

Pour fonder une théorie, il faudra une série d'observations. En tous cas, M. Mohler ne pense pas que le fait puisse être attribué à des infiltrations. A la fin de l'hiver de 1889, c'est-à-dire en juillet, deux de ses compagnons de route, MM. Botello et Steinfeld, avaient constaté que le rio Senger était facilement guéable, tandis que le rio Chico débordait ; l'eau ne s'était donc pas perdue par infiltration.

Le voyageur donne cette explication du phénomène. Lorsque le lac Fontana est grossi par la fonte des neiges andines, son émissaire le rio Senger déverse un volume d'eau considérable dans le lac Musters. Celui-ci emprisonne ces eaux auxquelles est imprimé un mouvement vers le Chico. Puis il les laisse s'écouler dans le rio toujours resté à sec. A l'approche de l'hiver, les Andes cessent de se dépouiller de leur blanche hermine et le rio Senger d'être alimenté par le Fontana. Son niveau baisse donc, tandis que celui du Chico suit une marche ascendante.

Le rio Senger, qui sort du bras septentrional du lac Fontana, poursuit son cours en décrivant de grandes courbes. Par * 46°40' lat. S., il reçoit sur sa rive droite le rio *Maijo,* dont les eaux ne sont guère hautes. Sa largeur est à peine de 12 mètres. Au point où il se déverse dans le Senger (350 mètres d'altitude) la végétation est très abondante; elle l'est d'ailleurs dans tout le cours du Maijo, mais surtout vers sa source où se trouvent de belles prairies.

Comme le Chico et le Senger, le rio Maijo est encaissé dans une vallée bordée de collines et de plateaux. Par * 74° long. O. de P., le Maijo n'est plus qu'un petit ruisseau de 6 à 8 mètres de largeur. A l'ouest, l'horizon est fermé par de hautes collines couvertes d'arbres de plus de 20 mètres de hauteur. La rivière pénètre sous ces bois, puis s'enfonce dans des fourrés épais où elle est formée par de petits ruisselets. A 15 ou 20 kilomètres se dressent des pics de la chaîne des Andes.

Parmi les représentants de la faune rencontrés par l'expédition, il faut signaler le renard gris, fort commun dans les pampas, le renard rouge, appelé renard de la Cordillère, le condor qui pullule, le cygne à col noir et à bec rouge, une grande variété de canards, le cerf, le lion *puma,* assez commun dans les régions

voisines des Andes; sa taille est moindre que celle du lion d'Afrique; il n'attaque pas l'homme.

Par * 45° lat. S. et * 74° long. O. de P., le terrain est très accidenté. On observe des altitudes de 910, 534 et 1170 mètres, etc. En suivant la vallée de la Cordillère, on ne tarde pas à arriver au lac Fontana, découvert en 1882 par le commandant de ce nom. Sa plus grande largeur est d'est à ouest. Sa partie orientale est formée par deux bras. Au sud, il est miné par les taupes et dominé par des collines qui atteignent parfois une grande élévation (519 mètres au-dessus du niveau des eaux du lac). Au nord, il est bordé par des hauteurs de 40 mètres d'élévation; toute cette région, et principalement les bords du lac, sont très boisés, mais l'humidité est telle que le cœur des arbres est pourri. Les rives du Fontana sont couvertes de galets noirs roulés par les eaux.

Lorsque le vent d'ouest souffle avec violence, les vagues sont assez fortes. Le lac est à l'altitude de 799 mètres. Il est compris entre 74° 30′ et 74° 14′ long. O. de P., et coupé de l'orient à l'occident par le 45° lat. S. Un canal de 900 mètres de longueur environ relie sa partie occidentale à une autre nappe d'eau, qui a nom de lac de la Plata. Il est à un niveau plus élevé et s'étend à l'ouest jusqu'au pied des Andes.

Après avoir séjourné un mois sur les bords du Fontana, l'expédition se dirigea vers le sud à peu près suivant le 74° long. O, de P. Au delà des collines et des plateaux situés au sud du rio Maijo et qui sont orientés de l'est à l'ouest, on rencontra une très grande lagune, longue de neuf kilomètres et large d'un kilomètre environ. Elle est à l'altitude de 472 mètres et située par 45° 42′ lat. S., et 73° 42′ long. O. de P. Un ruisseau lui amène les eaux de la Cordillère, qu'un autre ruisseau déverse probablement dans le rio Maijo.

Plus au sud, on entre dans une région très accidentée et très boisée pour arriver à un plateau de 1025 mètres d'altitude. Il s'étend en une grande plaine inclinée jusqu'au lac Buenos-Aires. Ce lac est encaissé dans des ramifications de la chaîne des Andes d'une grande hauteur. Il est beaucoup plus grand que le lac Fontana. Son altitude n'est que de 174 mètres. Plus l'expédition avance vers l'est, plus le niveau du sol s'élève; il atteint successivement 292 et 418 mètres. M. Mohler se demande donc où se déversent les eaux du lac Buenos-Aires.

Par * 49° 35′ lat. S., on arrive au rio *Chico Santa Cruz*. Il coule dans une dépression de terrain et est bordé par des collines

rocheuses de 400 à 500 mètres de hauteur qui forment la vallée. Cette vallée est couverte d'une riche végétation ; le fourrage y abonde. Le Chico a des eaux limpides et un courant assez fort. Sa largeur varie de 20 à 50 mètres, et sa profondeur est de $1^{m},50$ au moins. Sa direction est sud-est.

Le Chico, grossi à droite du rio *Chalia*, se déverse par * 50° lat. S., et 71° long. O. de P., dans le *Santa Cruz*, à 35 kilomètres environ en amont de l'embouchure de ce fleuve dans l'océan Atlantique. A ce point le Santa Cruz n'a guère moins d'un kilomètre de largeur.

L'expédition arrivait le 4 juillet à *Santa Cruz*, ville (!) où se trouvent encaissées au milieu de collines de 60 mètres de hauteur la demeure du gouverneur, une capitainerie, une église, deux cafés et une maison particulière. A part l'un des cafés, tous ces bâtiments sont construits en planches. L'intérieur de l'église est tapissé de papier à fr. 0,25 le rouleau.

Le 5 août 1890, M. Mohler débarquait à Buenos-Aires.

Délimitations de frontières et prises de possession de territoires. — Le *Vénézuéla* et la *Colombie* avaient été englobés jusqu'en 1831 dans la même confédération. Après leur séparation effectuée à cette date, le premier de ces États garda des territoires réclamés par le second. Ils sont vingt fois grands comme la Belgique et situés en partie dans l'angle formé par le confluent de la Mata et de l'Orénoque.

Après de nombreux pourparlers, la question des limites des deux républiques fut soumise, en ces termes, à l'arbitrage du cabinet de Madrid : quelles étaient en 1810, au moment de la proclamation de l'indépendance des colonies espagnoles, les limites de la vice-royauté de Bogota et de la capitainerie générale de Caracas ?

La sentence arbitrale, rendue le 16 mars 1891, a donné gain de cause à la Colombie. La nouvelle frontière suit le cours de l'*Orénoque* au-dessus du confluent de la *Mata* jusqu'à celui de l'*Atabaho*, puis le cours de celui-ci ; elle gagne ensuite le village de *Guzman Blanco* et longe le *Rio-Negro* jusqu'à la frontière brésilienne. La Colombie obtient aussi le territoire compris entre la *Mata* et l'*Aronca*, et, sur la côte, la région située au nord de la pointe *Peret*. Le *Vénézuéla* conserve la contrée comprise entre l'*Atabaho*, l'*Orénoque*, le *Cassiquiare* et le *Rio-Negro*.

La commission de délimitation des territoires anglo-portugais de l'Afrique sud-orientale a constaté que le plateau de *Manica*,

indiqué comme frontière dans le traité du 12 juin 1891, n'existe pas. On adoptera donc comme frontière le méridien 32°30′ E. Gr. La vallée d'*Umtali* ira au Portugal.

L'expédition du capitaine Binger, chargée avec la mission anglaise du capitaine Lamb de la délimitation des frontières anglo-françaises à la côte d'Ivoire (traité d'août 1889, complété par un protocole de juin 1891), — délimitation qui n'a pas abouti, — a conclu des traités plaçant le *Diammara* sous le protectorat de la France; cette acquisition est importante, car la région du *Baulé* est la route la plus directe de *Kong* à la côte de *Grand-Bassam,* par la rivière *Isi.*

La France et l'Espagne sont presque d'accord au sujet de la délimitation des territoires espagnols du *Rio de Oro,* au nord de la colonie du Sénégal. Le *Cap Blanc* a été reconnu comme limite méridionale extrême de la colonie espagnole; mais on ne s'est pas entendu sur la profondeur des territoires réclamés par l'Espagne à l'intérieur du continent africain. Les commissaires du cabinet de Madrid veulent les étendre vers l'est jusqu'au delà de l'*Adrar* et au *Tagant.*

Un décret du président de la République française, du 6 septembre 1891, ratifie des traités de protectorat confirmant des arrangements antérieurs conclus avec les chefs des pays de la côte d'Ivoire compris entre le *Lahou* et la rivière de *Cavally.*

Les explorations de MM. Mizon, Foureau, Gaillard, etc., ouvrent à la France la voie à une large extension coloniale vers le *lac Tchad*, le *Baghirmi,* etc.

Grâce aux expéditions au *Togoland* du comte Pfeil, commissaire de ce territoire, et du capitaine wurtemburgeois Kling (mort récemment à Berlin), les Allemands se dirigent vers *Say,* sur le Niger, point d'amorce de la ligne de démarcation des territoires anglo-français. Parti de *Tome,* le capitaine Kling a fait une première exploration par *Khandu* (6° 59′ lat. N.), *Temkranku,* au confluent de la *Dako* et du *Volta* (8° 8′ lat. N.), *Pemba* près de *Salaga* (8° 31′ lat. N., et 0° 1′ long. O. Gr.) et *Bismarckburg* (8° 12′ lat. N., et 0° 12′ E. Gr. Il a quitté cette station, sur laquelle il a été obligé, dans la suite, de battre en retraite, pour entreprendre une expédition au nord du Dahomey. Il s'est rendu au *Chantjo,* situé entre 9° 10′ et 9° 30′ lat. N., et 1° et 1° 40′ long. E. Gr. De là il a visité le *Sugu* et le *Borgu;* mais les indigènes lui barrèrent la route à *Kuande* (10° 15′ lat. N.) et le forcèrent à revenir sur ses pas.

Ces conquêtes territoriales ont pour résultats : 1° d'interdire à la France la réunion du Dahomey à ses possessions du Soudan occidental; 2° de dessiner une immense enclave au milieu des territoires français; 3° d'ouvrir l'accès du Niger à l'Allemagne et de lui permettre sur les rives du fleuve un développement, pas inquiétant pour la France ni l'Angleterre, mais du moins préjudiciable à leurs intérêts commerciaux et territoriaux.

L'Angleterre vient de prendre possession du groupe d'îlots inhabités, *Aldabra, Assomption, Astove* et *Cosmoledo,* situés entre 9° et 10° lat. S., et 44° et 46° long. E. de P., à 350 kilomètres environ au nord du *Cap d'Ambre,* la pointe nord de *Madagascar.*

Le pavillon français vient d'être hissé sur les *Iles Glorieuses,* situées au nord-ouest de Madagascar, au centre du triangle formé par *Diego Suarez,* les *Comores* et les *Aldabra Cosmoledo.*

Le gouvernement japonais s'est emparé des *Iles Urlians,* situées à 300 milles des *Iles Mariannes.*

Les hauts sommets du Brésil (1). — Le Brésil est en grande partie montagneux, mais il offre peu de hauts sommets, si on le compare à l'Europe centrale et aux géants des Andes.

Jusqu'à ce jour il n'a été fait qu'une étude imparfaite de son orographie. Cette orographie se compose de deux systèmes principaux : le *massif oriental* ou *maritime,* compris à l'est des bassins du rio *Parana* et du rio *San-Francisco,* et le *massif central* ou de *Goyaz.*

Le massif central est encore peu connu. Ses principaux sommets sont dans la chaîne des *Pyreneos,* près de la ville de Goyaz, et dépassent peut-être 2000 mètres d'altitude.

Le massif maritime, qui tire son nom de sa proximité de l'océan Atlantique, a été assez étudié; il est en effet traversé par les nombreuses voies ferrées amorcées à la côte et construites vers l'intérieur des terres. On le subdivise en trois chaînes : la *serra do Mar,* la *serra de Mantiqueiria,* et la *serra de Espinhaço.*

Dans la serra do Mar, presque parallèle à la côte, les plus hauts pics se trouvent dans la ramification des *Orgues,* qui

(1) Bulletin de la Société de géographie commerciale de Bordeaux, 2e trimestre 1892, d'après une notice de l'Étoile du Sud empruntée au Bulletin de la Société de géographie de Rio-de-Janeiro.

profilent leurs crêtes dentelées au fond de la baie de Rio-de-Janeiro. Ces crêtes présentent, pendant plusieurs kilomètres, une ligne de sommets d'une uniformité remarquable, atteignant 2000 mètres environ de hauteur.

Le bassin supérieur du rio *Tieté,* affluent du Parana, et le bassin du *Parahyba,* fleuve torrentiel qui se déverse dans l'Atlantique au nord de Rio-de-Janeiro, séparent la serra de Mantiqueira de la serra do Mar. C'est là que se trouve l'ensemble des plus hauts sommets du Brésil et même de l'Amérique du Sud, si l'on excepte les Andes ou leurs ramifications.

Cet ensemble de sommets, appelé *Itatiaya,* n'est qu'à une journée en chemin de fer de la capitale de la République. Près de la station de *Rezende,* sur la ligne de Rio à San-Paulo, la Mantiqueira forme un plateau ondulé, élevé de 2000 mètres, d'où s'élancent plusieurs pics hauts de quelques centaines de mètres. Le plus important, l'*Agulhas negras* (Aiguilles noires), a 3000 mètres d'altitude et domine de 2500 mètres le bassin du rio Parahyba.

La serra de Espinhaço forme la ligne de partage des eaux entre le rio San-Francisco et les fleuves qui débouchent dans l'Atlantique, au-dessus du Parahyba : le *Doce,* le *Jequitinhonha,* etc. Il compte quatre pics principaux, d'une altitude supérieure à 1500 mètres : l'*Itacolume,* le *Caraça,* le *Piedade* et l'*Itambe.*

F. Van Ortroy
lieutenant de cavalerie.

VARIÉTÉS

—

NOTES SUR MADAGASCAR

Voici les premières pages d'une correspondance de Madagascar, que je me propose de continuer par la suite, s'il plaît à Dieu, et si l'on juge utile de lui donner une petite place dans la *Revue des questions scientifiques*.

Signaler à la *Revue* les faits qui se passeront dans nos parages de Madagascar et qui me sembleront pouvoir contribuer à l'étude ou à la solution de quelque question scientifique, tel est le but de cette correspondance que je qualifierais volontiers du titre de " Simples notes d'un missionnaire-observateur de Madagascar. „

Un savant dont l'autorité est fort grande en tout ce qui touche à Madagascar, M. A. Grandidier, a ainsi formulé son opinion sur les origines de la grande île africaine :

" La distribution des terres à la surface du globe n'a cessé de varier dans la série des âges. Les explorations géologiques révèlent l'ordre dans lequel elles se sont formées ; la comparaison des faunes, tant actuelles que passées, nous renseigne au contraire sur celles qui ont disparu ; la répartition des animaux tient, en effet, aux conditions antérieures de ces terres, et la présence d'êtres identiques ou analogues dans des pays que séparent de vastes océans, montre que ces pays étaient unis jadis et qu'ils sont les témoins d'anciens continents aujourd'hui effondrés. Or, depuis longtemps, les naturalistes ont constaté avec étonnement que la faune de Madagascar a des relations beaucoup moins

intimes avec celle de l'Afrique, si voisine cependant, qu'avec celle de l'Asie. On trouve en effet à Madagascar certaines familles d'animaux qui y sont, pour ainsi dire, confinés aujourd'hui, mais qui, à une époque géologique antérieure, étaient répandus à la surface d'une grande partie des terres alors émergées. Reportons-nous un instant par la pensée à cette époque que l'on nomme tertiaire, et que des milliers d'années séparent de nous, et, nous appuyant tout à la fois sur les travaux des géologues et sur ceux des zoologistes, reconstituons la carte des terres de ces temps anciens : l'Europe et l'Afrique septentrionale étaient alors réunies, et habitées, ainsi que le nord de l'Asie, par des éléphants, des rhinocéros, des ours, des lions, etc. ; l'Afrique méridionale en était, au contraire, séparée par un vaste océan, qui n'a été comblé qu'à la fin de cette époque, et elle avait une faune analogue à celle que nous trouvons aujourd'hui à Madagascar. Les grands fauves et les grands pachydermes, en pénétrant dans le sud après la jonction des deux Afriques, ont modifié profondément cette faune; non seulement ils y ont apporté des éléments nouveaux, très caractérisés, mais, dans la lutte pour l'existence qui a suivi leur invasion, ils ont fait disparaître une foule d'espèces faibles et incapables, comme la plupart des animaux qui existaient dans toute cette région et qui existent encore à Madagascar, de se défendre contre eux; quelques-unes seulement ont survécu, protégées par leurs habitudes nocturnes ou par des qualités spéciales. Il est donc probable que l'Afrique méridionale et Madagascar faisaient partie, avec les archipels de l'Inde et peut-être le sud de l'Amérique, d'un ensemble de continents et d'îles qui occupaient dans l'hémisphère austral une étendue analogue à celle que les terres ont actuellement dans l'hémisphère boréal, et où vivait une faune spéciale, composée de Lémuriens, de Félins plantigrades, de Tenrecs, d'Oiseaux brévipennes tels que les Æpyornis et les Dinornis, qui sont aujourd'hui éteints, ou les Autruches, les Nandous et les Casoars, qui sont parvenus jusqu'à nous, grâce à la force et à la vitesse dont la nature les a doués, de Tortues gigantesques, etc. De ces terres, les unes ont disparu, d'autres se sont réunies aux continents voisins, dont elles font encore aujourd'hui partie, comme l'Afrique du sud, ou dont elles se sont ultérieurement détachées, comme les îles de la Sonde. Madagascar est, au contraire, resté isolé au sein de l'Océan Indien, n'ayant eu de contact avec aucune terre depuis l'époque tertiaire, et, seul entre tous les pays, il semble avoir conservé pures de tout mélange, pendant les derniers

âges géologiques, la faune et la flore qu'il avait à cette époque, comme l'Australie possède encore celles de l'époque secondaire.

Ce sont là des problèmes ardus, qu'il serait téméraire de vouloir résoudre aujourd'hui; j'ai cru, toutefois, devoir vous exposer brièvement les idées que suggère l'étude des faits. C'est aussi l'opinion de MM. Blanchard, Milne Edwards, Wallace, Sclater, etc. „ (1)

Actuellement, l'île de Madagascar émerge de l'Océan Indien entre les onzième et vingt-sixième degrés de latitude sud, et les quarantième et quarante-neuvième degrés de longitude est de Paris.

Au point de vue de sa configuration générale, l'île pourrait être comparée à une espèce d'Icthyosaure immense, à l'ossature de granit, étendu couché par le côté sur un banc de sable.

La partie centrale de Madagascar est constituée par un massif fort tourmenté de montagnes granitiques s'étendant vers le nord et que dominent de 1200 à 1400 mètres, par environ 19° de latitude et 45° de longitude, les cônes trachytiques de l'Ankaratra où s'élève le plus haut sommet de l'île, le pic de Tsiafayavona, à environ 2632 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est dans cette partie centrale de la grande île africaine que se trouve la capitale du royaume Hova, Tananarive, bâtie sur une montagne de granit dont le plateau supérieur est à 1300 mètres d'altitude minima, le point culminant atteignant 1410 mètres. Elle est presque totalement entourée de rizières dont le niveau est à environ 1200 mètres d'altitude.

A l'est s'étend une longue chaîne littorale formée de roches granitiques et basaltiques accolée au massif central.

A l'ouest et au sud, des terres relativement peu élevées au-dessus du niveau de la mer, et paraissant de formation jurassique (2).

Dans la région centrale de Madagascar, l'année se divise en deux saisons principales, la saison sèche et la saison pluvieuse. Cette dernière commence vers novembre pour se terminer vers avril. Le tableau ci-joint pourra donner quelque idée des conditions climatologiques de cette partie de l'île :

(1) Cfr *Madagascar et ses habitants*, par M. Alfred Grandidier, membre de l'Académie des sciences. Mémoire lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies du 25 octobre 1886.

(2) Cfr *op. cit.*, et *Carte de Madagascar*, dressée par le R. P. Désiré Roblet, S. J., Paris, 1885.

Pression atmosphérique . .	moyenne	650mm18
	maximum (le 5 septembre, à 9h.) . .	655mm59
	minimum (le 19 janvier, à 16h.) . .	643mm45
Température (centigrade) .	moyenne	17° 1
	maximum (le 11 février, à 13h.) . .	27° 4
	minimum (le 24 juillet, à 7h.) . . .	4° 4
Tension de la vapeur d'eau (en mm.)	moyenne	11mm13
	maximum (le 11 février, à 13h.) . .	22mm07
	minimum (le 27 août, à 16h.) . . .	4mm02
Humidité relative	moyenne	73, 5
	maximum (les 10, 23 mai. „ 1, 13, 18, 23, 24 juin, „ 22, 27 juillet, „ 15 août et 22 sept.)	100
	minimum (les 26 et 27 août, à 16h.) .	20
Pluie (total en mm.)	Pluviomètre N	1322mm95
	(maximum, le 11 décembre) . . .	73mm6
	Pluviomètre S	1417mm3
	(maximum, le 11 décembre) . . .	93mm1
	Pluviomètre W	1371mm69
	(maximum, le 11 décembre) . . .	61mm2
	Pluviomètre E	1297mm52
	(maximum, le 3 février)	51mm0

Vent fréquent	S.-E.
Nombre de jours de *Pluie*	108
„ „ *Rosée*	146
„ „ *Brouillard*	107
„ „ *Qobar*	139
„ „ *Eclairs sans tonnerre*	35
„ „ *Tonnerre*	70
„ „ *Grêle*	3

(Résumé extrait du *Bulletin de l'Observatoire royal de Madagascar*. — Directeur R. P. E. Colin, S. J.).

L'action des forces souterraines, qui a puissamment bouleversé Madagascar aux époques antérieures, ne semble plus guère s'y manifester de nos jours que par des sources thermales et quelques tremblements de terre. Il n'existe plus dans l'île, que je sache, de volcans en activité. Mais les cratères éteints semblent y être nombreux.

On a émis l'hypothèse que Madagascar appartiendrait à une ligne d'énergie des dites forces souterraines s'étendant de l'île de La Réunion au sud-est, à l'île de la Grande Comore au nord-ouest, où existent encore des volcans en activité.

Une curieuse légende malgache que je demande la permission de relater ici à ce titre, explique ainsi la chose. Le géant fabuleux

Darafify, prenant un jour ses ébats dans l'Océan Indien, se trouva en appétit. Il songea dès lors à " cuire son riz ", et, pour ce faire, disposa un *toko* ou trépied malgache, composé de pierres fichées en terre pour le support de la marmite. Telle fut l'origine de Madagascar et des îles voisines. Darafify, son riz cuit, oublia d'éteindre quelques tisons auprès de deux des pierres du *toko,* et voilà l'origine des volcans encore en activité des îles de La Réunion et de la Grande Comore.

On peut supposer que, plus soigneux à l'égard de Madagascar, le géant éteignit bien la flamme des tisons qui se trouvaient auprès de la troisième pierre, mais que néanmoins ceux-ci ont conservé quelque chaleur; lorsqu'ils viennent à être mouillés par les pluies, Madagascar a ses tremblements de terre ! Pourquoi pas ? Cette déduction de la légende du géant Darafify ne cadre-t-elle pas avec l'hypothèse scientifique qui voit dans les phénomènes sismiques le résultat du développement sous la croûte terrestre de masses de vapeurs produites par l'infiltration des eaux superficielles. Mais laissons la légende, voire même l'hypothèse, et venons-en aux faits.

Il y a trois ans, dans une note présentée par M. Alfred Grandidier (1), je demandai à appeler l'attention de l'Académie des sciences de Paris sur une curieuse coïncidence entre les secousses telluriques et la chute de pluies abondantes à Madagascar.

En 1887, le 7 février, c'était, en effet, après de fortes pluies que la montagne de granit sur laquelle est bâtie la ville de Tananarive se trouvait un moment ébranlée par un choc sismique.

En 1888, le 17 mars, il se produisait encore, à Tananarive, un tremblement de terre, après une période de pluies abondantes. Du 23 février au 17 mars, la quantité de pluie tombée, observée au pluviomètre de l'établissement des Missionnaires de la Compagnie de Jésus au quartier d'Ambodinandohalo, avait été de 276^{mm}.

En 1889, le 28 février, toujours après de fortes pluies, de nouvelles secousses telluriques étaient signalées au quartier d'Ambohimitsimbina.

Enfin, au pays d'Ankisatra, situé à deux journées de marche dans le sud de Tananarive, sur la route de Fianarantsoa, ville capitale de la province Betsiléo, c'était encore à la saison des pluies, en 1889, que le sol aurait été si fortement secoué qu'il se

(1) *Comptes rendus,* 8 avril 1889.

serait fissuré, donnant passage à une assez grande quantité d'eau pour former comme un petit lac.

Depuis, j'ai pu constater la persistance de cette coïncidence en Imérina, coïncidence, qu'on veuille bien le remarquer, n'excluant pas les tremblements de terre dans cette région pendant la saison sèche.

Le 29 juin 1889, en effet, en pleine saison sèche, après une pluie qui m'a semblé tout à fait anormale, un tremblement de terre se faisait encore sentir à Tananarive.

Le 21 février 1890, vers 2^h30^m du matin, autre tremblement de terre après de fortes pluies.

Enfin le 17 janvier dernier, nouvelles secousses telluriques assez violentes.

Ce n'est pas du reste à Madagascar seulement que l'on a observé cette coïncidence entre les tremblements de terre et les pluies ou la saison pluvieuse. Ainsi, lors des dernières secousses qui ont bouleversé si fortement deux des provinces du Japon, il a été signalé qu'il avait plu la veille, qu'il plut toute la nuit, et qu'il pleuvait encore, même assez fort, quand les terribles secousses se firent sentir le 28 octobre, à 6 h. 39^m du matin (1).

Y aurait-il une relation réelle entre les phénomènes sismiques et les phénomènes météorologiques? Les faits que je viens de relater peuvent-ils contribuer à établir qu'il y a vraiment corrélation entre les pluies et les tremblements de terre, ou bien faut-il n'y voir que de simples et fortuites coïncidences?

D'après le savant professeur John Milne, diverses causes influeraient sur la production des tremblements de terre : les unes, causes premières ou principales; les autres, causes secondaires et dépendantes des premières. Les phénomènes météorologiques, comme les variations de température et de pression atmosphérique, la pluie, le vent, seraient du nombre des causes secondaires (2). Les faits que j'ai observés à Madagascar depuis six années pourraient venir à l'appui de cette hypothèse.

D'autre part, un savant membre de notre Institut de France, de fort grande compétence en ce sujet, M. Mascart, à qui mes observations ont été communiquées, tout en trouvant les faits intéressants, n'y verrait que de simples coïncidences.

(1) Cfr *Le Tremblement de terre du 28 octobre au Japon*, par L. Drouart de Lézey, missionnaire apostolique à Tokio. Cosmos, nouvelle série, nos 367 et 368 (6 et 13 février 1892).

(2) Cfr *Earthquakes and other Earthmovements*, bij John Milne. Seconde édition, chap. XVII. London.

Quoi qu'il en soit, sans vouloir donner aux dits faits plus d'importance qu'ils n'en méritent, il m'a paru y avoir quelque utilité à les signaler aux lecteurs de la *Revue*. Comme le faisait remarquer l'auteur de l'intéressante note sur le tremblement de terre du 28 octobre 1891 au Japon, citée plus haut, " dans l'étude des phénomènes physiques, aucun indice n'est à dédaigner. „

Si des tremblements de terre ébranlent parfois nos hauteurs centrales d'Imérina, nous n'avons guère à y redouter les cyclones qui désolent le littoral. C'est ainsi qu'à Tananarive l'état de l'atmosphère n'a présenté rien de bien anormal les 27, 28 et 29 du mois d'avril dernier, alors que le terrible météore qui a éprouvé si cruellement l'île Maurice se faisait assez fortement sentir à Tamatave, sur le littoral est de notre grande île africaine.

On connaît les circonstances dans lesquelles s'est produit cet ouragan ou cyclone d'arrière-saison, si l'on peut s'exprimer ainsi. Je n'insisterai donc pas. Je me borne à signaler encore ici une de ces circonstances qui me paraissent venir à l'appui de l'hypothèse attribuant les perturbations magnétiques, électriques et mécaniques de l'atmosphère à un accroissement extraordinaire d'activité solaire. Du 25 au 29 avril, il a été observé dans le soleil cinq ou six groupes de taches semblant indiquer une forte augmentation d'activité solaire. Du 25 au 28, il y a eu de grands troubles magnétiques. Dans la nuit du 27 au 28, éclairs, tonnerre, et forte pluie. Le 28, et dans la nuit du 28 au 29, encore éclairs et tonnerre. Enfin dans la journée du 29, on a observé des boules de feu dans l'atmosphère, en même temps que s'y produisaient les violentes rafales de l'ouragan.

La chaleur intense qu'il faisait à Maurice, les jours qui ont précédé l'ouragan du 29 avril, porterait aussi à croire que tant que l'abaissement normal de la température ne s'est pas nettement accentué dans nos parages, un cyclone y est toujours à redouter, et cela d'autant plus que la température reste plus élevée. Un savant bien connu par ses travaux sur la matière, M. Bridet, en réunissant les observations de Piddington aux siennes, a relevé, dans une période de trente-neuf années, pour les îles de La Réunion et de Maurice, huit cyclones en avril, quatre en mai, et un en juin.

Je termine par un détail qui pourra paraître *extra* ou *supra* scientifique, mais qui ne me semble pas déplacé dans cette correspondance d'un missionnaire simple observateur ou

ramasseur de faits. Parmi les rares églises ou chapelles de l'île Maurice épargnées par le cyclone du 29 avril, se trouve celle de Notre-Dame de Lourdes à Rose-Hill, une des localités cependant les plus éprouvées. La conservation de cette chapelle est d'autant plus remarquable que les fenêtres n'avaient pas de contrevents. D'autre part, à l'église de l'Immaculée-Conception de Port-Louis, qui n'est plus qu'un amas informe de débris, la statue de Marie est restée seule debout sur ces décombres.

Paul Camboué, S. J.,
missionnaire à Tananarive (Madagascar).

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome CXV, juillet, août, septembre 1892.

N° 1. **A. Gaudry** : Les similitudes dans la marche de l'évolution sur l'ancien et le nouveau continent sont très nombreuses, et l'on peut souvent, dans l'un et dans l'autre, d'après le stade du développement des êtres enfouis dans le sol, déterminer l'âge du terrain qui les renferme. Par exemple, il y a eu d'abord le règne des Invertébrés, puis le règne des Vertébrés imparfaitement ossifiés, où la colonne vertébrale était à l'état de notocorde; ensuite le règne des Vertébrés à sang froid dont la notocorde est bien ossifiée; enfin celui des Vertébrés à sang chaud. L'allantoïde et le cerveau des Mammifères se sont aussi perfectionnés dans le cours des âges géologiques. Chez les Ongulés, les membres se sont simplifiés, tandis que leur système dentaire suivait une marche contraire, à mesure que l'on se rapprochait de l'époque actuelle.

L. Cailletet et E. Colardeau ont fait, à la tour Eiffel, des recherches expérimentales sur la chute des corps et sur la résistance de l'air à leur mouvement. La résistance de l'air n'est pas exprimée par la loi théorique $T=KR^2$, où K est une constante; au contraire, K croît avec la vitesse.

Verneuil. Certaines propathies très répandues : malaria, syphilis, diabète, alcoolisme, etc., exercent fréquemment une

action généralement fâcheuse sur les épipathies locales ou générales, externes ou internes. Par suite, il est souvent indispensable, dans les cas de ce genre, sous peine d'insuccès, de combattre simultanément et la maladie récente et l'état morbide antérieur.

de Vogüé a pu fixer l'azote ammoniacal sur la paille et faire une espèce de fumier de ferme artificiel, riche en azote, en versant sur un amas de paille et de bale sèches des eaux ammoniacales provenant d'une usine à gaz.

G. Rayet est élu correspondant de l'Académie en remplacement de W. de la Rue.

G. Defforges. La rotation du couteau d'un pendule sur son plan de suspension est accompagnée d'un glissement de l'arête sur le plan.

E. Matthias. De nombreuses expériences prouvent l'exactitude de la loi dite du diamètre pour la détermination de la température et de la densité critique d'un corps. Si l'on porte en ordonnées les deux sortes de densités d'un corps (liquide et vapeur saturée) et en abcisses les températures, les deux courbes obtenues se raccordent à la température critique et le diamètre des ordonnées de la double courbe passe par le point ayant pour coordonnées la température et la densité critiques. La densité critique est la même pour les trois premiers alcools. La densité d'un liquide tend vers le triple de la densité critique quand on s'éloigne le plus possible de la température critique.

A. Leduc. Le poids atomique de l'oxygène n'est que 15,88 ; mais sa densité par rapport à l'hydrogène est 15,90. On peut déduire de là une confirmation de la loi des volumes de Gay-Lussac, considérée comme loi limite et non comme loi approchée (voir aussi n° 6).

A. et P. Buisine ont trouvé un procédé pour fabriquer des sels de fer au moyen de la pyrite grillée.

Lortet et Despeignes : Les lombrics peuvent ramener à la surface du sol, avec les produits de leur digestion, des bactéries tuberculeuses, ayant conservé intactes toutes leurs propriétés virulentes.

A. Letellier. L'observation prouve que la plante pousse dans la direction qui convient à sa position d'équilibre stable ; quand on l'écarte de cette position, elle y revient en se courbant au point où il est le plus facile de la fléchir.

E. A. Martel, A. Delebecque et G. Gaupillat. Il existe dans le Puy-de-Dôme un puits naturel, dit *Creux de Souci,* situé à une

altitude de 1275 mètres. Il se compose d'un entonnoir cratériforme de 25 mètres de diamètre, de 11,5 de profondeur, au fond duquel s'ouvre un trou béant de 3 à 4 mètres de diamètre, de 21,5 de profondeur jusqu'à la nappe d'eau qui occupe le fond du trou. L'intérieur du Creux de Souci est une vaste caverne circulaire en forme de coupole et d'environ 50 mètres de diamètre; le centre est occupé par un lac stagnant et rond de 25 à 30 mètres de diamètre, de 3 de profondeur; il y a au-dessus de l'eau une couche d'acide carbonique très épaisse. La température de l'eau, en été, y surpasse à peine un degré.

N° 2. **Chambrelent**. On peut préserver les vignes de la gelée par des nuages de vapeur d'eau abondamment produits, à condition de commencer pendant la nuit avant que la température soit descendue au-dessous de zéro et surtout de les maintenir assez longtemps après le lever du soleil, pour atténuer le plus possible l'effet d'un changement trop brusque de température.

Perrotin est élu correspondant de l'Académie en remplacement d'Adams.

G. Defforges a effectué avec beaucoup de soin une nouvelle mesure de l'intensité absolue de la pesanteur à Breteuil (longitude ouest de Paris, 0,131 grade; latitude, 54,260 grades; altitude 70,4 mètres). Les observations ont duré deux mois et ont conduit à la valeur $g = 9,80991$.

H. Le Chatelier. Il y a actuellement, dans le commerce, des eaux dites ferrugineuses qui ne contiennent pas de fer et des préparations ferrugineuses artificielles qui contiennent du sesquioxyde de fer au lieu de carbonate ferreux.

A. Poehl. La spermine n'est pas identique à l'éthylènimine C_2H_5N, et la pipérazine, qui est un polymère de l'éthylènimine, n'est pas de la dispermine. L'action de la spermine à titre de *tonique* et de *nervin* provient sans doute de ce que cette base accélère les oxydations et restitue au sang ses propriétés de transport de l'oxygène aux éléments nerveux. De là l'oxydation plus rapide des leucomaïnes, la disparition plus complète des matières extractives, enfin la sensation de bien-être général qu'elle procure. L'administration de la spermine, élément constant du sang normal et de beaucoup de tissus, est absolument sans danger.

Dareste. La rotation continue de l'œuf pendant l'incubation, même si elle est lente, fait périr l'embryon au moment de la formation de l'allantoïde.

C. E. Bertrand et **B. Renault**. Le boghead d'Autun est une

roche d'origine végétale et ulmique formée dans des eaux brunes presque sans courant, comme celles de certains points des territoires amazoniens.

N° 3. **H. Moissan**. On peut préparer avec facilité un proto-iodure de carbone C_2I_4 en décomposant le tétra-iodure grâce à une faible élévation de température, ou en réduisant ce même composé en solution sulfocarbonique par la poudre d'argent.

P. Van Beneden, de Louvain, est élu associé de l'Académie en remplacement d'Airy.

J. Pionchon. La chaleur latente de fusion de l'aluminium est de 80 calories.

H. Le Chatelier. Le principe du travail maximum de Berthelot a pour expression $L > 0$; le principe thermodynamique, dont il est une traduction approchée, a pour expression numérique $L - ST > 0$, en appelant L la chaleur lalente, T la température absolue, S la variation d'entropie accompagnant la réaction considérée. Le nombre considérable de faits qui concordent avec le principe de Thermochimie semble indiquer que S est souvent négligeable.

G. Philippon. Les effets mortels produits sur les animaux placés dans l'air comprimé, par la décompression brusque, proviennent de l'action mécanique des gaz qui se dégagent dans leurs vaisseaux; mais il suffit que la décompression dure quelques instants, environ deux minutes, pour que les gaz accumulés dans le sang par la compression soient éliminés complètement par les poumons.

S. Duplay et M. Cazin ont pu réparer rapidement des pertes de substance intra-osseuse, en introduisant dans les cavités pathologiques parfaitement stérilisées des corps spongieux aseptiques (éponges, gaze iodoformée, etc.), servant de charpente provisoire aux tissus nouveaux qui doivent combler les lacunes, puis fermant les plaies à l'aide de sutures.

N° 4. **G. Guillemin** : L'analyse micrographique permet de déterminer rapidement et sommairement la nature d'un bronze ou d'un alliage industriel, par la simple inspection d'une surface polie et dérochée, et de reconnaître si cet alliage a été simplement moulé, ou bien s'il a été seulement estampé, laminé ou étiré.

A. Carnot. La teneur en fluor des ossements fossiles comparée à celle de l'acide phosphorique est d'autant plus grande, en général, qu'ils sont plus anciens. Cette remarque permet

parfois de reconnaître si des ossements humains sont contemporains d'ossements d'animaux qui les accompagnent (voir aussi n° 7).

P. Blocq et J. Onanoff. Les fibres nerveuses d'origine cérébrale destinées au mouvement sont plus nombreuses pour les membres supérieurs que pour les membres inférieurs.

C. Phisalix. On peut régénérer expérimentalement la propriété sporogène du *Bacillus anthracis* qui en a été préalablement destitué par la chaleur.

N° 5. **H. Moissan.** On peut obtenir le trisulfure de bore en faisant réagir le soufre sur le tri-iodure de bore par voie sèche au rouge sombre (voir n° 3). Si l'on répète la même réaction à la température ordinaire et en solution sulfocarbonique, on obtient du pentasulfure de bore. Le trisulfure fond à 310°, le pentasulfure à 390°.

P.-P. Dehérain. En semant à l'automne de la graine de vesce, immédiatement après une céréale, on fixe dans une matière organique l'azote des nitrates; il est ainsi retenu, soustrait à l'influence dissolvante des eaux qui traversent le sol; cet azote, mis en réserve, ne reprend sa forme assimilable qu'au printemps suivant, au moment où il peut être utilisé par les plantes qui occupent le sol. Lorsque les cultures vertes d'automne sont bien développées, elles renferment plus d'azote que les eaux de drainage n'en entraînent, et, dans le cas d'une légumineuse, le sol est enrichi d'azote prélevé sur l'atmosphère.

L. Vaillant. Un grand Anacondo de l'Amérique méridionale, de six mètres de long au moins et qui mange régulièrement, n'a mangé que trente-quatre fois en six ans et demi (boucs et chèvres de petite taille; le plus gros de 12 kilog., sixième du poids du serpent). Une Vipère à cornes a avalé en une seule fois et digéré une Vipère de France de taille égale à la sienne ; pour s'accommoder à cette proie si disproportionnée, son corps s'était distendu au point que les écailles s'étaient écartées en laissant, entre leurs rangées longitudinales, un espace nu égal à leur propre largeur.

G. Salet a vérifié de nouveau la loi de Stokes : les rayons émis par une substance fluorescente ont toujours une réfrangibilité moindre que celle des rayons excitateurs. On peut rattacher cette loi au second principe de la théorie mécanique de la chaleur. Les substances fluorescentes proprement dites, celles qui ne s'altèrent pas, donnent le moyen de changer indéfiniment de la chaleur rayonnante d'une certaine longueur d'onde en cha-

leur rayonnante d'une autre longueur d'onde. Sans la loi de Stokes, par l'intermédiaire de substances fluorescentes convenablement choisies, on pourrait faire passer de la chaleur d'un corps froid à un corps chaud, sans intervention d'aucune énergie extérieure.

F. Berlioz et A. Trillat. Les vapeurs de formol se diffusent rapidement dans les tissus animaux, qu'ils rendent imputrescibles. Elles s'opposent, même en très faibles proportions, au développement des bactéries et des organismes. Elles stérilisent en quelques minutes les substances imprégnées de bacilles d'Éberth et de charbon. Les vapeurs ne sont toxiques que lorsqu'on les respire pendant plusieurs heures et en grande quantité.

E. Hédon. Si, à un chien porteur d'une greffe sous-cutanée du pancréas, on extirpe tout le pancréas qui reste dans l'abdomen, il ne se produit pas de glycosurie. L'extirpation ultérieure de la greffe, faite sans anesthésie, en quelques minutes, comme on enlève une tumeur, est suivie d'une glycosurie très intense qui se développe en quelques heures et persiste jusqu'à la mort de l'animal.

F. Guitel. Le *Clinus argentatus* est ovipare et non vivipare et fait un nid comme beaucoup d'autres poissons.

N° 6. **A. Vivien.** Il se forme dans les chaudières à vapeur des mousses et dépôts particuliers, qui ne se mouillent pas à l'eau, mais ne constituent pas un savon calcaire. Ces dépôts sont dus à la nature des eaux employées et non à la présence de corps gras mélangés aux liquides provenant de la condensation des vapeurs. On peut en empêcher la formation, en épurant l'eau calcaire.

Ch. Barrois a trouvé des radiolaires dans les phtanites de Lamballe (Bretagne), qui sont probablement les plus anciens débris organiques connus jusqu'à présent; ces débris se trouvent vers la limite des systèmes laurentien et précambrien.

N° 7. **Lancereaux et A. Thiroloix** : Il existe un diabète réellement lié à la destruction du pancréas; ce diabète ne provient pas de l'absence de la sécrétion glandulaire externe, mais de l'absence du sucre sécrété intérieurement par la glande et résorbé par les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Cl. Nourry et C. Michel semblent avoir réussi à guérir la morve par les procédés les plus récents employés contre la tuberculose humaine : 1° injections hypodermiques d'huile créosotée; 2° lavage des naseaux du cheval morveux par le chlorure de zinc.

N° 8. **Daremberg** : Les germes du choléra, sous forme du bacille qui le provoque, peuvent séjourner vivants et virulents pendant plusieurs années dans le sol et être ultérieurement l'origine de foyers cholériques. La pollution des cours d'eau par les eaux d'égouts et du sol par l'épandage de ces eaux sur des terrains cultivés peut ainsi donner naissance à des épidémies redoutables.

N° 9. **D. Freire.** La fièvre bilieuse des pays chauds et la fièvre jaune, quoique très semblables entre elles, sont parfaitement distinctes l'une de l'autre, et par les signes cliniques et par les caractères bactériologiques. L'agent infectieux de la première est un bacille, celui de la fièvre jaune est un microcoque.

L. Geneau de la Marlière. Les feuilles d'une espèce développées au soleil, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs, décomposent l'acide carbonique de l'air plus énergiquement que les feuilles développées à l'ombre.

N° 10. **Brown-Séquard** signale des faits qui semblent prouver l'efficacité du liquide brownsequardien dans le traitement du cancer et du choléra.

Perrotin a observé, sur le bord ouest de la planète Mars, des renflements brillants de couleur et d'éclat comparables à ceux de la calotte polaire australe, renflements dont la hauteur peut être estimée à trente kilomètres au moins.

N° 11. **Brown-Séquard.** Les faits cliniques et les faits expérimentaux montrent que l'épilepsie n'a pas de siège spécial dans l'encéphale, et toutes les parties du système nerveux central ou périphérique peuvent le produire.

P. Serret. D'un pentagone 12345, on peut déduire un pentagone *abcde* où *a* est à l'intersection de 34 et de 52, *b* de 45, 13, etc.; de *abcde,* on déduit de même un troisième polygone ABCDE, du troisième un quatrième, et ainsi de suite. Tous ces pentagones sont inscrits dans une même cubique. Les pentagones 12345, ABCDE sont homologiques, et il en est de même des autres polygones deux à deux; les centres d'homologie sont aussi sur la cubique. Chacun d'eux est le tangentiel du précédent; la même propriété existe pour les sommets homologues des polygones successifs (voir aussi n° 12).

Le Goarant de Tromelin. La quantité de chaleur reçue par l'hémisphère nord pendant le printemps et l'été réunis est la même que celle qui est reçue par l'hémisphère sud pendant l'automne et l'hiver réunis. L'inégalité des températures moyennes

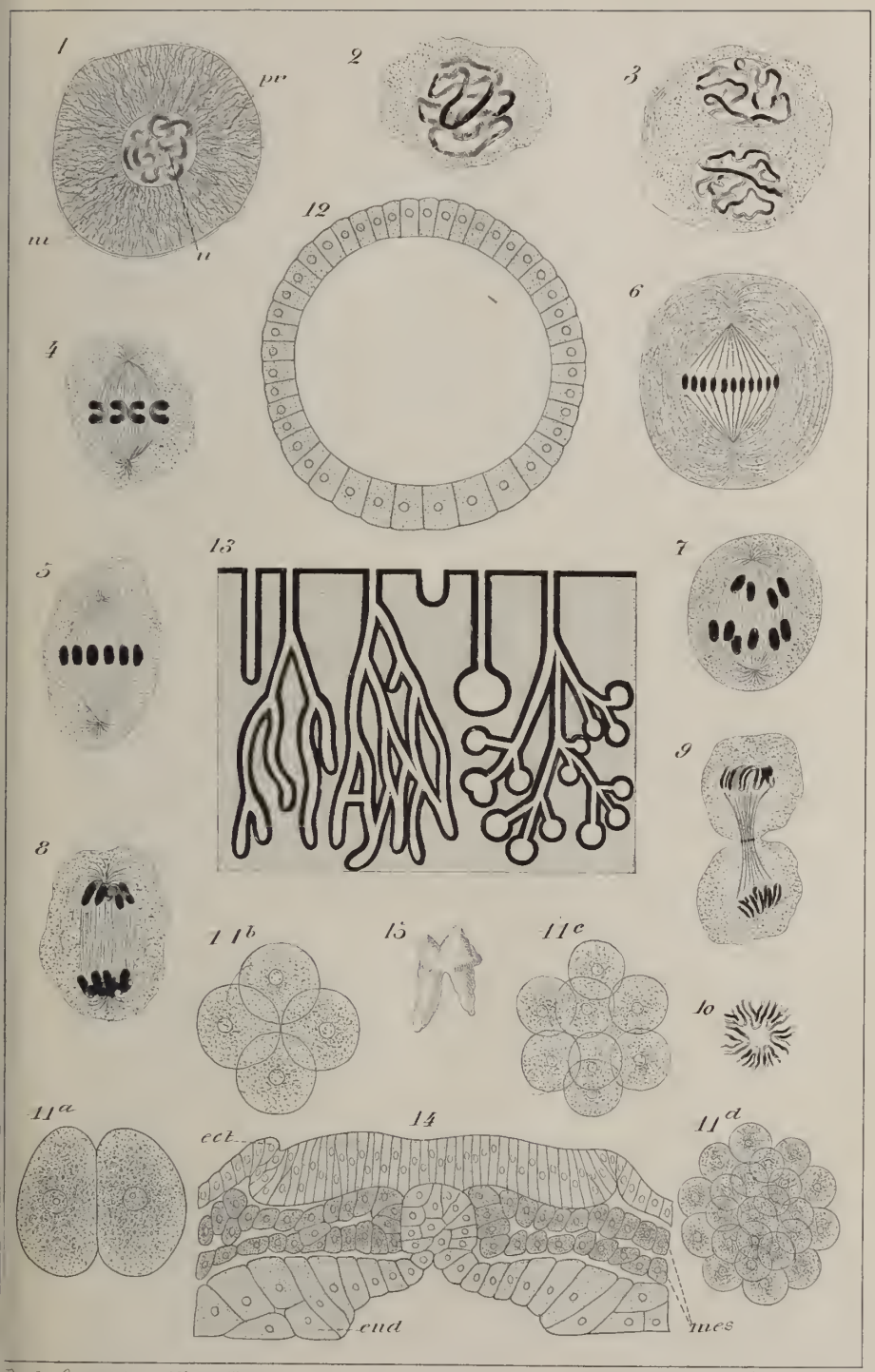
des deux hémisphères ne provient pas de ce que le soleil passe huit jours de plus dans l'hémisphère nord, mais de ce que la perte de chaleur par rayonnement est plus grande dans l'hémisphère sud, où il y a de plus grands écarts de température.

N° 12. **J. Gad et G. Marinesco.** Le centre respiratoire bulbaire ne se trouve pas où Flourens, Gierke, Mislawsky ou Holm l'ont cru. Dans la moitié inférieure du bulbe, dans une région située profondément, il existe une masse cellulaire, non nettement circonscrite, mais constituée par une association de cellules nerveuses disséminées de chaque côté des racines de l'hypoglosse, masse dont la destruction détermine l'arrêt, et dont l'excitation entraîne des modifications caractéristiques de la respiration. C'est cette région qui semble jouer le rôle de centre respiratoire.

W. de Fonvielle. Le P. Bertelli a eu raison de soutenir que la découverte de la variation de l'aiguille aimantée est due à Christophe Colomb.

N° 13. **Mascart** explique ainsi l'arc-en-ciel blanc ou cercle d'Ulloa: la diminution du rayon apparent de cet arc-en-ciel provient du déplacement du premier maximum des franges d'interférence qui produisent les arcs surnuméraires, à mesure que le diamètre des gouttes diminue; la disparition des couleurs tient à l'extension des franges d'interférences (voir aussi n° 12).

P. M.



Rev des Quest. scient, 16e ann, T XXXII.

Gravé & Lith. par Fa Giele, Louvain.

TABLE DES MATIÈRES

DU

SECOND VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XXXII DE LA COLLECTION.

LIVRAISON DE JUILLET 1892.

L'ORIGINE DE LA HOUILLE, par **M. A. de Lapparent** 5

LE CALCUL SANS OPÉRATION. LA NOMOGRAPHIE, par **M. M. d'Ocagne** 48

LA MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM (fin), par le **R. P. Fr. Dierckx, S. J.** 83

A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS, par **M. X. Stainier** 122

DE L'INFLUENCE DES DOCTRINES DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE CLASSIQUE SUR LE SOCIALISME SCIENTIFIQUE, par **M. Édouard Van der Smissen** 157

LES CONGRÈS SCIENTIFIQUES INTERNATIONAUX DES CATHOLIQUES.

Introduction 185

Sciences religieuses, par le **R. P. J. Corluy, S. J.** 191

Sciences philosophiques, par **Mgr D. Mercier** 198

Sciences juridiques et économiques, par **M. Éd. Van der Smissen** 209

Sciences historiques, par **M. le Chan. J.-J.-D. Swolfs.** 222

Philologie, par le **R. P. J. Van den Gheyn, S. J** . . 228

Sciences mathématiques, par **P. M.** 234

Sciences physiques, par **M. Aimé Witz** 238

Sciences naturelles, par **M. Ch. de Kirwan** 243

Anthropologie, par **M. Ch. de Kirwan** 255

BIBLIOGRAPHIE. — I. Premières leçons d'algèbre élémentaire, par H. Padé. **M. P. Duhem** 268
II. Leçons sur la théorie de l'élasticité, par H. Poincaré. **M. P. Duhem** 271
III. Vorlesungen über mathematische Physik, par G. Kirchhoff. **M. P. Duhem** 273
IV. Technique bactériologique, par le Dr R. Wurtz. **F. D.** 275
V. Résistance des matériaux, par M. Duquesnay. **M. P. Daubresse.** 278
VI. Tiroirs et distributeurs de vapeur, par A. Madamet. **M. P. Daubresse** 279
VII. Examen des aliments suspects, par H. Polin et H. Labit. **M. J.-B. André** 280
VIII. Analyse des vins, par le Dr L. Magnier de la Source. **M. J.-B. André** 283
IX. Thermodynamique à l'usage des ingénieurs, par Aimé Witz. **M. N. Sibenaler** 286
X. La terre dans son ensemble, par Alexis-M. G. **L. de K.** 290
XI. Bulles de savon, par C.-V. Boys, traduit de l'anglais par Ch.-Éd Guillaume. **V. B., S, J.** 296
XII. Le doute suprême, par E. Chesnel. **Jean d'Estienne.** 299
XIII. Voyage au Mont Ararat, par Jules Leclercq. **J. G.** . 302

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

ANTHROPOLOGIE, par **M. A. Arcelin** 305
ZOOLOGIE, par **M. A. Buisseret** 317
HYGIÈNE, par **M. le Dr Ach. Dumont** 324
SYLVICULTURE, par **M. Ch. de Kirwan** 329
MINES, par **M. V. Lambiotte** 336

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 344

LIVRAISON D'OCTOBRE 1892.

M. de Quatrefages et l'anthropologie, par **M. l'abbé D. Le Hir** 353

La définition philosophique de la vie, par **Mgr D. Mercier.** 398

A propos du congrès d'anthropologie criminelle, par **M. l'abbé Maurice de Baets.** 467

La photographie des protubérances solaires, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.** 481

L'œuvre géographique de Mercator, par **M. F. Van Ortroy.** 507

Bibliographie. — I. Cours de machines, par M. Haton de la Goupillière. Tome second, second fascicule : Chaudières à vapeur. **M. André Dumont.** 572

II. Encyclopédie des travaux publics : Chemins de fer, notions générales et économiques, par Léon Leygue; — Chemins de fer à crémaillère, par A. Lévy-Lambert, **M. M. d'Ocagne.** 580

III. Premiers principes d'algèbre, par Laisant et Élie Perrin. **M. M. d'Ocagne.** 585

IV. De la disparité physique et mentale des races humaines et de ses principes, par Fr. Souffret. **M. C. de Kirwan.** 586

V. Les Altérations de la personnalité, par Alfred Binet. **M. C. de Kirwan** 591

VI. Synopsis der höheren Mathematik von Johann G. Hagen, S. J. Erster Band. Arithmetische und algebraische Analyse. **M. P. Mansion** 594

VII. De la race et de la langue des Hittites, par Léon De Lantsheere. **J. G.** 602

VIII. Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, par Aimé Witz. Troisième édition. **M. J. Ledent** . . 604

IX. Le Grisou, par H. Le Chatelier. **F. D.** 609

X. Les Acariens parasites, par P. Mégnin. **D. T.** . . . 615

XI. Report on Deap-Sea Deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. Challenger in the years 1873-1876, by John Murray and Rev. A. F. Renard. **M. C. de la Vallée Poussin** 616

XII. La Perception et la psychologie thomiste, par M. Domet de Vorges. **Mgr D. Mercier** 622
XIII. Introduction à la Mécanique chimique, par P. Duhem. **P. M.** 631

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
ASTRONOMIE, par **V.-S. D.-L.** 633
ETHNOGRAPHIE, par **J. G.** 638
GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy.** 649

VARIÉTÉS. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. Camboué, S. J.** 669

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 677

Figures de l'article " La définition philosophique de la vie ".

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

Tome II.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME II. — JUILLET 1892

(SEIZIÈME ANNÉE ; TOME XXXII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

SOCIÉTÉ ANONYME (Ancienne Maison Goemaere)

16, RUE TREURENBERG, 16

LIVRAISON DE JUILLET 1892.

I. — L'ORIGINE DE LA HOUILLE, par **M. A. de Lapparent**, p. 5.

II. — LE CALCUL SANS OPÉRATION. LA NOMOGRAPHIE, par **M. M. d'Ocagne**, p. 48.

III. — LA MÉTALLURGIE DE L'ALUMINIUM (fin), par le **R. P. Fr. Dierckx, S. J.**, p. 83.

IV. — A TRAVERS LES ÉTATS-UNIS, par **M. X. Stainier**, p. 122.

V. — DE L'INFLUENCE DES DOCTRINES DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE CLASSIQUE SUR LE SOCIALISME SCIENTIFIQUE, par **M. Édouard Van der Smissen**, p. 157.

VI. — LES CONGRÈS SCIENTIFIQUES INTERNATIONAUX DES CATHOLIQUES. — Introduction, p. 185. — Sciences religieuses, par le **R. P. J. Corluy, S. J**, p. 191. — Sciences philosophiques, par **Mgr D. Mercier**, p. 198. — Sciences juridiques et économiques, par **M. Éd. Van der Smissen**, p. 209. — Sciences historiques, par **M. le Chan. J.-J.-D. Swolfs**, p. 222. — Philologie, par le **R. P. J. Van den Gheyn, S. J.**, p. 228. — Sciences mathématiques, par **P. M.**, p. 234. — Sciences physiques, par **M. Aimé Witz**, p. 238. — Sciences naturelles, par **M. Ch. de Kirwan**, p. 243. — Anthropologie, par **M. Ch. de Kirwan**, p. 255.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Premières leçons d'algèbre élémentaire, par H. Padé. **M. P. Duhem**, p. 268. — II. Leçons sur la théorie de l'élasticité, par H. Poincaré. **M. P. Duhem**, p. 271. — III. Vorlesungen über mathematische Physik, par G. Kirchhoff. **M. P. Duhem**, p. 273. — IV. Technique bactériologique, par le Dr R. Wurtz. **F. D.**, p. 275. — V. Résistance des matériaux, par M. Duquesnay. **M. P. Daubresse**, p. 278. — VI. Tiroirs et distributeurs de vapeur, par A. Madamet. **M. P. Daubresse**, p. 279. — VII. Examen des aliments suspects, par H. Polin et H. Labit. **M. J.-B. André**, p. 280. — VIII. Analyse des vins, par le Dr L. Magnier de la Source. **M. J.-B. André**, p. 283. — IX. Thermodynamique à l'usage des ingénieurs, par Aimé Witz. **M. N. Sibenaler**, p. 286. — X. La Terre dans son ensemble, par Alexis-M. G. **L. de K.**, p. 290. — XI. Bulles de savon, par C.-V. Boys, traduit de l'anglais par Ch.-Éd. Guillaume. **V. B., S. J.**, p. 296. — XII. Le Doute suprême, par E. Chesnel. **Jean d'Estienne**, p. 299. — XIII. Voyage au Mont Ararat, par Jules Leclercq. **J. G.**, p. 302.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin**, p. 305. — Zoologie, par **M. A. Buisseret**, p. 317. — Hygiène, par **M. le Dr Ach. Dumont**, p. 324. — Sylviculture, par **M. Ch. de Kirwan**, p. 329. — Mines, par **M. V. Lambiotte**, p. 336.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **M. P. M.** p. 344.

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. Ch. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

Société belge de Librairie, 16, rue Treurenberg, Bruxelles.

VIENT DE PARAITRE

INHUMATION ET CRÉMATION

par le Dr Is. BAUWENS

PREMIER VOLUME : LES RITES FUNÉRAIRES DEPUIS L'ANTIQUITÉ JUSQU'A NOS JOURS

2e édition, revue, augmentée et traduite du flamand

par le Dr A. DE METS

Un volume in-8° de 527 pages. . . **Prix : 4 francs.**

Voici un livre qui vient à son heure. Il est consacré à l'étude comparative des procédés l'inhumation et de crémation. On le sait, il s'est produit, dans ces dernières années, un mouvenent en faveur de la crémation des morts. Le motif ou le prétexte de cette innovation se base ur des considérations hygiéniques. La crémation est, en effet, un moyen sûr de détruire tous es germes morbides qui peuvent se trouver dans les cadavres des personnes décédées à la uite de maladies infectieuses.

Mais il n'est pas impossible que beaucoup de promoteurs de ce mouvement se soient laissés uider par un mobile moins avouable, à savoir celui de réagir contre un usage séculaire, qui a oujours eu pour lui l'approbation et la coopération des autorités ecclésiastiques. La crémation st-elle contraire à l'esprit de la religion catholique? La question est délicate. A notre onnaissance, l'Église ne s'est pas encore formellement prononcée à cet égard.

Quoi qu'il en soit, le Dr Bauwens a voulu étudier la question d'une façon approfondie. Le remier volume de son ouvrage, qui est un véritable travail de bénédictin, est consacré à historique des rites funéraires depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. L'auteur parcourt successivement en revue l'époque préhistorique, l'âge de la pierre, les usages chez les Hindous, les recs et les différents peuples de l'Europe : Italie, France, Suisse, Belgique, Autriche-Hongrie, llemagne, Angleterre, Hollande, pays scandinaves, slaves, etc. Cette simple énumération suffit our montrer quelle a dû être l'érudition du Dr Bauwens pour mener son œuvre à bonne fin.

Toutes ses allégations s'appuient sur des documents authentiques, puisés aux meilleures ources et confirmés par les autorités scientifiques les plus compétentes. Il ne borne pas son tude, aux pays d'Europe : il l'a étendue aux autres continents, à l'Asie, à l'Amérique, à Afrique et à l'Océanie.

Il est arrivé à cette conclusion que l'histoire et l'archéologie ne justifient pas les attaques irigées par les crémationnistes contre l'inhumation. D'après l'auteur, il est faux que la rémation ait été pratiquée d'instinct par les hommes du premier âge, que les peuples civilisés e l'antiquité incinéraient habituellement leurs morts, et que les besoins de l'hygiène donnèrent aissance à l'incinération. Il n'hésite pas à déclarer que l'inhumation a pour elle la priorité dans e temps, l'universalité et l'approbation de tous les peuples et de toutes les époques.

Le second volume, que nous attendons avec impatience, sera consacré à la réfutation des bjections élevées contre les cimetières et à faire ressortir les inconvénients autrement graves es fours crématoires.

Ajoutons, pour finir, que le traducteur, notre laborieux confrère, M. le Dr De Mets, d'Anvers, est habilement acquitté de la tâche qu'il avait assumée. Cet ouvrage se lit facilement ; l'intérêt u sujet y est certainement pour beaucoup, mais le style coulant et correct du traducteur ajoute u mérite de l'œuvre elle-même.

Dr MOELLER.

(Revue bibliographique belge.)

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Editeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS
Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène, elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, sous *une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les Ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus de février à mai 1892.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Gouilly (A.), Ingénieur civil, Répétiteur à l'Ecole Centrale. — *Transmission de la force motrice par air comprimé ou raréfié.*

Picou (R.-V.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'Electricité par installations isolées.*

Duquesnay, Directeur des Manufactures de l'Etat. — *Résistance des matériaux.*

Dwelshauvers-Dery, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liége. — *Etude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.*

Magnier de la Source (le Dr L.), Chimiste-expert. — *Analyse des vins.*

Madamet (A.), Directeur des constructions navales. — *Tiroirs et distributeurs de vapeur. Appareils de mise en marche et de changement de marche.*

Witz (Aimé), Docteur ès sciences, Professeur à la Faculté Catholique de Lille. — *Thermodynamique à l'usage des Ingénieurs.*

Picou (R.-V.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'Electricité par usines centrales.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Faisans (Léon), Médecin de l'hôpital Tenon — *Maladies des organes respiratoires. Méthodes d'exploration. Signes physiques.*

Magnan, Médecin de l'asile Sainte-Anne, et **Sérieux**, Médecin-adjoint des Asiles de la Seine. — *Le délire chronique à évolution systématique.*

Auvard, Accoucheur des Hôpitaux de Paris — *Séméiologie génitale de la femme.*

Weiss (G.), Ingénieur des Ponts et Chaussées Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — *Technique d'Électrophysiologie*

Bazy, Chirurgien des Hôpitaux de Paris. — *Maladies des voies urinaires. Moyens d'exploration et de traitement.*

Wurtz, Chef du laboratoire de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Paris. — *Technique bactériologique.*

Laveran, Professeur d'hygiène militaire à l'École d'application de Médecine et de Pharmacie militaires. — *Paludisme.*

Féré, Médecin de l'Hospice de Bicêtre. — *Épilepsie.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME II. — OCTOBRE 1892

(SEIZIÈME ANNÉE ; TOME XXXII DE LA COLLECTION)

BRUXELLES

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE

SOCIÉTÉ ANONYME (Ancienne Maison Goemaere)

16, RUE TREURENBERG, 16

LIVRAISON D'OCTOBRE 1892.

I. — M. DE QUATREFAGES ET L'ANTHROPOLOGIE, par **M. l'abbé D. Le Hir**, p. 353.

II. — LA DÉFINITION PHILOSOPHIQUE DE LA VIE, par **Mgr D. Mercier**, p. 398.

III. — A PROPOS DU CONGRÈS D'ANTHROPOLOGIE CRIMINELLE, par **M. l'abbé Maurice De Baets**, p. 467.

IV. — LA PHOTOGRAPHIE DES PROTUBÉRANCES SOLAIRES, par le **R. P. J. D. Lucas, S. J.**, p. 481.

V. — L'ŒUVRE GÉOGRAPHIQUE DE MERCATOR, par **M. F. Van Ortroy**, p. 507.

VI. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de machines, par M. Haton de la Goupillière. Tome second, second fascicule : Chaudières à vapeur. **M. André Dumont**, p. 572. — II. Encyclopédie des travaux publics : Chemins de fer, notions générales et économiques, par Léon Leygue ; — Chemins de fer à crémaillère, par A. Lévy-Lambert. **M. M. d'Ocagne**, p. 580.— III. Premiers principes d'Algèbre, par Laisant et Élie Perrin. **M. M. d'Ocagne**, p. 585. — IV. De la disparité physique et mentale des races humaines et de ses principes, par Fr. Souffret. **M. C. de Kirwan**, p. 586.— V. Les Altérations de la personnalité, par Alfred Binet. **M. C. de Kirwan**, p. 591.—VI. Synopsis der höheren Mathematik, von Johann G. Hagen, S. J. Erster Band. Arithmetische und algebraische Analyse. **M. P. Mansion**, p. 594. — VII. De la race et de la langue des Hittites, par Léon De Lantsheere. **J. G.**, p. 602. — VIII. Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, par Aimé Witz. Troisième édition. **M. J. Ledent**, p. 604. — IX. Le Grisou, par H. Le Chatelier. **F. D.**, p. 609. — X. Les Acariens parasites, par P. Mégnin. **D. T.**, p. 615.— XI. Report on Deap-Sea Deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. Challenger in the years 1873-1876, by John Murray and Rev. A. F. Renard. **M. C. de la Vallée Poussin**, p. 616. — XII. La Perception et la psychologie thomiste, par M. Domet de Vorges. **Mgr D. Mercier**, p. 622. — XIII. Introduction à la Mécanique chimique, par P. Duhem. **P. M.**, p. 631.

VII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Astronomie, par **V.-S. D.-L.**, p. 633.— Ethnographie, par **J. G.**, p. 638. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy**, p. 649.

VIII. — VARIÉTÉS. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. P. Camboué, S. J.**, p. 669.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 677.

Figures de l'article « La définition philosophique de la vie ».

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. Ch. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

Société belge de Librairie, 16, rue Treurenberg, Bruxelles.

LES SCIENCES MODERNES

EN REGARD DE LA

GENÈSE DE MOÏSE

PAR

J. G. VAN ZEEBROEK,

prêtre du diocèse de Malines.

1 vol. in-8° de XXXVIII-344 pages, accompagné de tableaux hors texte

PRIX : 7.50 FR.

Voilà un bon et beau livre.

M. Van Zeebroek, directeur des Sœurs Grises à Diest, est un hébraïsant qui a étudié les *onze* premiers chapitres de la Genèse sur les textes originaux. Il s'est ensuite adressé aux savants de notre époque et il a comparé les résultats de l'exégèse avec les investigations de la science.

Il eût pu mettre en épigraphe à son livre ces mots si souvent mal employés : « Ceci est une œuvre de bonne foi. » On sent à le lire que le croyant ne redoutait pas que ses recherches aboutissent à une contradiction entre la foi et la raison, et finalement il se dégage de son étude cette conclusion, déjà énoncée par le Concile du Vatican : la foi et la raison sont les filles d'un seul et même Dieu.

L'auteur n'a négligé aucun renseignement : il a lu et mis en ordre tout ce qui a paru de plus remarquable sur son sujet pendant ces quinze dernières années.

Ce splendide volume s'ouvre par un tableau chromolithographié, où l'on fait d'un coup-d'œil la comparaison entre les données de la géologie et celles de la Genèse. La série des assises géologiques y est représentée par une cinquantaine de teintes différentes.

Les trente-sept pages de l'*Introduction* contiennent un résumé de géologie très précis et très clair. L'auteur ne se cache pas d'avoir beaucoup emprunté aux *Notions de Géologie* par M. Raingeard, professeur de sciences au Séminaire de Rodez, qui, lui-même, a puisé « à pleines mains » dans le beau *Traité de Géologie* de M. de Lapparent, professeur à l'université catholique de Paris et l'une des autorités incontestées de la science contemporaine.

Dans le cours de l'ouvrage, M. Van Zeebroek suit une marche à peu près uniforme pour chacun des onze chapitres qu'il étudie.

(Revue bibl. belge.) J. J. D. S.

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Editeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS
Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène. elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, sous *une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus de février à mai 1892.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Gouilly (A.), Ingénieur civil, Répétiteur à l'Ecole Centrale. — *Transmission de la force motrice par air comprimé ou raréfié.*

Picou (R.-V.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'Electricité par installations isolées.*

Duquesnay, Directeur des Manufactures de l'État. — *Résistance des matériaux.*

Dwelshauvers-Dery, Ingénieur, Professeur à l'Université de Liége. — *Etude expérimentale calorimétrique de la machine à vapeur.*

Magnier de la Source (le Dr L.), Chimiste-expert. — *Analyse des vins.*

Madamet (A.), Directeur des constructions navales. — *Tiroirs et distributeurs de vapeur. Appareils de mise en marche et de changement de marche.*

Witz (Aimé), Docteur ès sciences, Professeur à la Faculté Catholique de Lille. — *Thermodynamique à l'usage des Ingénieurs.*

Picou (R.-V.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'Electricité par usines centrales.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Faisans (Léon), Médecin de l'hôpital Tenon. — *Maladies des organes respiratoires. Méthodes d'exploration. Signes physiques.*

Magnan, Médecin de l'asile Sainte-Anne, et **Sérieux**, Médecin-adjoint des Asiles de la Seine. — *Le délire chronique à évolution systématique.*

Auvard, Accoucheur des Hôpitaux de Paris. — *Séméiologie génitale de la femme.*

Weiss (G.), Ingénieur des Ponts et Chaussées. Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — *Technique d'Electrophysiologie.*

Bazy, Chirurgien des Hôpitaux de Paris. — *Maladies des voies urinaires. Moyens d'exploration et de traitement.*

Wurtz, Chef du laboratoire de Pathologie expérimentale à la Faculté de Médecine de Paris. — *Technique bactériologique.*

Laveran, Professeur d'hygiène militaire à l'École d'application de Médecine et de Pharmacie militaires. — *Paludisme.*

Féré, Médecin de l'Hospice de Bicêtre. — *Épilepsie.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37.

Bruxelles
21-85596

AMNH LIBRARY
100226232